THE ROYAL SOCIETY
OF CANADA

LEAD IN GASOLINE

A REVIEW OF THE CANADIAN POLICY ISSUE

THE COMMISSION ON LEAD IN THE ENVIRONMENT

SEPTEMBER 1985

THE ROYAL SOCIETY
OF CANADA

LEAD IN GASOLINE

A REVIEW OF THE CANADIAN POLICY ISSUE

INTERIM REPORT

THE COMMISSION ON LEAD IN THE ENVIRONMENT

SEPTEMBER 30, 1985

© Minister of Supply and Services Canada 1985
Cat. No. En 40-322 1985E
ISBN 0-662-14303-5
BEAUREGARD PRESS LIMITED

OFFICE OF THE PRESIDENT

CABINET DU PRÉSIDENT

THE ROYAL SOCIETY OF CANADA
LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

September 30, 1985

The Hon. Thomas McMillan, P.C., M.P.
Minister
Environment Canada
Terrasses de la Chaudière
Ottawa K1A 0H3

Dear Mr. McMillan:

I have the honour to present to you, in accordance with the terms of our contract with your Ministry, the interim report of the Royal Society of Canada Commission on Lead in the Environment. Drafts of this document have been reviewed by the Society's reviewers, and by other critics.

Although the terms of reference of this contract require the Society to undertake a review of all aspects of lead in the environment, other than lead in the workplace, this interim report deals exclusively with the issue of lead in gasoline. The Commission has focused its attention on this issue in its eight months of existence in order to provide you with immediate advice.

We have arrived at firm conclusions on most questions, and have incorporated these into our interim report. We have not yet fully considered, however, the environmental and health impacts of alternative octane sources. We plan to deal with these in a supplementary report to be completed as soon as possible.

The Society is pleased to have this opportunity of advising the government, and hopes that the report will be of value.

Yours sincerely,

Alexander G. McKay

Alexander G. McKay
President

344 Wellington St.
Ottawa, Ontario
K1A 0N4

THE ROYAL SOCIETY OF CANADA LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

COMMISSION ON LEAD IN THE ENVIRONMENT
COMMISSION D'ÉTUDE DU PLOMB DANS L'ENVIRONNEMENT

241 Jarvis Street, Toronto, Ontario, Canada M5B 2C3 • Telephone (416) 973-7512 or 973-6530
Telex: 06-986391

August 30, 1985

Dr. Alexander G. McKay, F.R.S.C.
President
The Royal Society of Canada
344 Wellington Avenue
OTTAWA, Ontario
K1A 0N4

Dear Dr. McKay:

I am pleased to present the interim report of the Royal Society of Canada Commission on Lead in the Environment. As you know, our contract requires such a report by September 1, 1985.

The Environment Minister has, during the past year, requested from the Commission advice on the matter of lead in gasoline. In order to provide him with immediate answers to some of the questions that are pressing in this area, the Commission has focussed its attention in its first year of operation on lead in gasoline, and its interim report deals exclusively with this aspect of our inquiry. Considerable work has, of course, gone forward on other areas of the lead issue. These activities will continue in our second year of operation. A complete report of our findings will be made by September 1, 1986.

Yours sincerely,

F. Kenneth Hare, F.R.S.C.
Chairman

CONTENTS

Page

Letter of transmittal, President of the Royal Society of Canada to the Minister of the Environment.....i

Letter of transmittal, Chairman of the Commission to the President.....ii

Terms of Reference.....v

Commissioners, Consultants and Staff.....vi

Chairman's Appraisal: Summary and Conclusions.....vii

Acronyms and Abbreviations.....xvi

****

Preface.....1

Substantive Issues.....2

Changes in Observed Emissions of Lead to the Atmosphere.....5

Future Lead Emissions.....11

Health Effects: General Questions.....14

Measured Blood Lead Levels in Canada.....16

Health Effects of Low Lead Exposures.....18

(i) in the hematopoietic system (regulating blood) and related cellular processes.....18

(ii) the nervous system: neuropsychological and neurobehavioural effects.....21

(iii) other potential effects.....23

(iv) lead and blood pressure.....24

(v) the problem of hot-spots.....26

Technology and Costs of Reducing Gasoline Lead.....27

Economic Impacts of Lead Phase-Down.....33

(i) Additional operating costs to the petroleum refining industry.....33

(ii) Cost of gasoline to the consumer.....33

(iii) Technical options chosen by the refining industry.....35

(iv) Impact on the anti-knock and lead industries.....36

(v) Impact on the overall Canadian economy.....37

(vi) Regional impacts.....45

Implications for Policy.....46

****

Appendix I Levels of Blood Lead (µg/dl) in Surveys in Canada.....52

Appendix II Derivation of Gasoline Pricing.....53

Appendix III
Biographic Sketches of Commissioners, Staff and Consultants.....54

****

List of Tables

I Lead Emissions in Canada, 1970 and 1982.....6

II National Lead Emissions for Two Cases.....13

III Distribution of Blood Lead Concentrations by Residence among Sampled Ontario Children Aged Six and Under, 1984.....17

IV Typical Cost of Octane Sources.....29

V Estimated Capital and Refining Cost, for Three Scenarios.....34

VI Predicted Gasoline Grades by Region.....47

List of Figures

1 Estimated Automotive Lead Emissions, 1928 - 2003.....7

2 Automotive Lead Emissions in Canada, PACE & Environment Canada Estimates, 1968 - 2000.....8

3 Trend in Annual Geometric Mean Lead Concentrations.....9

4 Relationship between Lead Consumed in Gasoline and Annual Geometric Mean Lead Concentrations for all NAPS sites, 1975 - 1983.....10

5 Real Gross National Product, Scenarios I, II & III.....39

6 Consumer Price Index, Scenarios I, II & III.....40

7 Real Gross Domestic Product--Construction, Scenarios I, II, & III....41

8 Real Gross Domestic Product--Transportation Equipment, Scenarios I, II, III.....42

9 Current Account Balance, Scenarios I, II, & III 43

10 Employment (Accumulated as Person-years), Scenarios I, II, III.....44

TERMS OF REFERENCE

COMMISSION ON LEAD IN THE ENVIRONMENT

Purpose

To provide the Minister of the Environment with independent advice on the present and future risks and areas of concern resulting from the presence of lead in the Canadian environment, and

To consider and propose, as may be required, corrective measures to reduce the environmental and health risks associated with lead which may be adopted either independently by the Minister of the Environment or in cooperation with others. The effects of lead in the workplace are specifically excluded from these terms of reference.

Considerations

To fulfil these objectives the Commission is to report on the following:

1. (a) the sources of lead releases in Canada and their relative contributions;

   (b) the pathways by which lead enters the Canadian environment and the means and media by which lead is transported within the environment and to humans;

   (c) the toxicity of lead;

   (d) the potential or actual exposure of, and risks to human and environmental targets in Canada;

2. (a) practical corrective measures, as may be required, to reduce the risks associated with lead based on the Commission's review and assessment of the impact and implications of lead for the environment and for humans;

   (b) the economic, technical, social (where appropriate) and labour implications of reductions in lead releases and exposure from all sources including the implications of eliminating lead in gasoline.

Duration and Reporting

The Commission will sit for three years and provide a progress report by September 1, 1985 on the direction and findings of its review, and a final report including its recommendations by September 1, 1986. The Commission shall continue to sit for a third year to receive and review comments on its reports and to make recommendations on those comments.

The Commission's progress and final reports will be made available to the public.

All written submissions made to the Commission except those deemed by the submittor to contain confidential business information will be made available to the public.

COMMISSIONERS, CONSULTANTS AND STAFF

COMMISSIONERS

Gordon C. Butler
William H. Gauvin
F. Kenneth Hare, CHAIRMAN
William J. Keough
Luciano C. Neri
H. Rocke Robertson
Pamela M. Stokes, VICE-CHAIRMAN

CHIEF SCIENTIST

Marcus C. B. Hotz

CONSULTANTS

Sergio Facchetti
David Hewitt
John F. Jaworski
Mitchell Perry

CHIEF MEDICAL CONSULTANT
Peter L. Rosenbaum

JUNIOR CONSULTANT
Carol Murray

INSTITUTIONAL CONSULTANTS
Data Resources of Canada, Inc.
Environmental and Social Systems Analysts Ltd. (ESSA), and the Institute for Environmental Studies, University of Toronto
Friends of the Earth
South Riverdale Community Health Centre

The Commission thanks its consultants for their help. It has been influenced by their advice, but has not always taken it.

COMMISSION MANAGER

Margaret C. Grisdale

PROJECT SECRETARY

Angelica C. Devito

CHAIRMAN'S APPRAISAL: SUMMARY AND CONCLUSIONS

CHAIRMAN'S APPRAISAL:

SUMMARY AND CONCLUSIONS*

The Commission's task (see terms of reference, page v) is to advise the Minister of the Environment, and through him the Government of Canada, on policy with respect to lead in the environment. Since the most effective way of spreading lead is via the exhaust pipes of cars, the Commission has tackled this issue in its Interim Report.

6,000 tonnes of lead per annum are at present being spread through populated areas because of the continuing use of leaded gasoline, chiefly in regions of heavy traffic. This is a sharp reduction since 1973, when over 14,000 tonnes were released; but there are still fears that human health may be impaired, chiefly among young children.

1. The Commission is not sure, however, that there is widespread anxiety about the implied threat from leaded gasoline. Many Canadians (perhaps 13 per cent) still misfuel their vehicles with leaded gasoline, ignoring the impact on air quality. Only in certain urban "hot-spots", and among public interest groups, did we find real disquiet, and wide assertion of the need for further measures. (p.4)

HEALTH EFFECTS

There is no doubt that lead is a dangerous toxin. If individuals are exposed to enough of it, via their food, water or air intakes, concentrations of lead in their blood may rise to levels above 25 micrograms per decilitre (μg/dl), now widely adopted as a "safe" level. At sufficiently high levels obvious symptoms of lead poisoning--plumbism--arise.

---

* Conclusions and Recommendations are numbered consecutively, and the relevant pages in the text are shown on the right.

The questions addressed by the Commission in arriving at its conclusions were these: does new evidence point to real danger at blood lead levels below 25 µg/dl? If so, are existing or planned regulations sufficient to protect the Canadian population? Or are more severe measures needed? As Recommendations 14 and 16 show, we feel that the regulations to be imposed in 1987 will indeed be sufficient to protect almost all Canadians, but that a case may exist for more stringent measures. After reviewing the available evidence, the Commission concludes that:

> **2. The effects of low levels of blood lead on the functioning of the hematopoietic system* provide justification for reducing blood lead in the population to below 1985 levels.** (pp.21; 18-26)

It is well-known that lead interferes with heme synthesis, and related aspects of the oxygen-carrying and other functions of blood, down to the lowest observable levels of blood lead (about 5 µg/dl). The Commission believes that this fact justifies precautionary measures to reduce blood lead levels, even though actual harm has not yet been proven. The hematopoietic system interacts with many other important biochemical and physiological systems. Interference with the hematopoietic system may hence affect many bodily functions, but this extended set of effects has not yet been adequately demonstrated. Nor have effects of lead on neurophysiological and neuropsychological performance. In the following conclusions we note some of these shortcomings. As regards specific clinical effects in children, the Commission finds that:

---

* essentially the biochemical system that goes from the synthesis of blood to its use in the body.

3. Evidence suggests an association between adverse learning and behavioural effects in children with high body contents of lead. Below blood lead levels of 25 µg/dl, however, neuropsychological and behavioural effects appear slight, if present at all. It must be stressed that there is no magic about the 25 µg/dl level. We have merely used it because for the time being it is an adopted intervention level in some jurisdictions, including Canada. It is emphatically not a threshold below which no effects can be detected. (p. 23)

4. No conclusive evidence has yet been found for neurophysiological effects on the brain at low body levels of lead. (p. 23)

5. No conclusive evidence has yet been found at blood lead levels below 25 µg/dl for teratogenic effects on the embryo. (p. 24)

6. No direct biological effect of lead on growth or stature has been established; for this to be achieved would require carefully planned and executed longitudinal surveys. (p. 24)

The Commission has noted the formidable epidemiological analysis of the Second National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES II) in the United States, carried out by the US Environmental Protection Agency (EPA) and the Centers for Disease Control (CDC). For male subjects aged 40-59, these establish correlations between blood lead levels and blood pressure, even when a large number of confounding variables is allowed for.

7. The Commission accepts the correlations between blood lead levels and blood pressure reported but, having reviewed them in terms of the criteria for causality, believes that a causal relationship cannot safely be inferred from the published data. In the absence of such a relationship, it would be premature to estimate from the data what savings in life and health costs would result from any given reduction in blood lead. (pp. 24-26)

Though none of these broad areas of research has yet yielded firm evidence of clinical effects, it has certainly been demonstrated that lead does indeed alter the behaviour of some crucial systems of the body. Hence the Commission concludes that:

8. Lead impairs or perturbs certain metabolic pathways and enzyme systems that involve essential features of cellular function at blood lead levels formerly thought to be safe. (pp. 20-26)

It is not certain that all these impairments or perturbations are actually harmful, even to children, but they have alarmed parents and others. Most of the possible effects described above, however, remain to be substantiated. Diagnosis of harmful effects now goes well beyond crude clinical symptoms, depending more on sensitive biochemical tests; and these have not yet been applied in enough cases for certainty.

The Commission realises that many public interest and community groups have accepted the results of the research referred to in conclusions 3 to 7. Nevertheless it finds that the evidence does not prove actual harm, though it justifies precautionary measures.

Information about blood lead levels in the Canadian population is unsatisfactory, but suggests that the great majority of people have blood

lead levels well below 25 µg/dl, and that these levels may be falling. There are, however, certain "hot-spots", chiefly in urban areas near lead smelters and refineries, and in areas of high traffic density, where a disturbing proportion of children has blood lead levels above 20 µg/dl, and in a few cases above 25 µg/dl.

9. A wider monitoring of blood lead levels in the Canadian population should be adopted. Stimulus should be given to research on the relation between lead and human health at low blood lead levels.

10. The Commission is concerned about the view that reduced lead emissions in gasoline will solve these special problems (in the hot-spots). We are not satisfied that this is the case. In the Commission's view the decline in lead mandated by the 1987 regulations will help reduce the lead burden in children (and others) resident in the hot-spots; but other measures, such as soil replacement, may well be needed in the worst affected areas. It would be wise to ensure that no child in Canada has a blood lead level above 20 µg/dl. (p. 27) (p. 48)

ECONOMIC AND INDUSTRIAL EFFECTS

The Commission supports the actions of the Government of Canada in introducing two new measures effective in 1987: a reduction of permitted lead in leaded gasoline from January 1st, and a regulation governing exhaust emissions requiring the use of catalytic converters (and hence unleaded gasoline), in new light duty vehicles (chiefly cars) from September 1st.

The Commission has considered the ability of the oil refining industry to meet the requirements of the 1987 regulations, and has also sought advice from

economic consultants about three scenarios:

Scenario I — Lead 0.29 grams per litre (g/l) from January 1st, 1987, plus 1987 exhaust regulations. Investment made in 1986 and 1992;

Scenario II — As in I, but with all investment made in 1986; and

Scenario III — Lead 0.29 g/l from January 1st, 1987, reducing to 0.026 g/l from January 1st, 1990, with investment timed to meet these dates.

The Commission obtained estimates of capital and operating costs for these scenarios from the Petroleum Association for the Conservation of the Canadian Environment (PACE). It found that the cost to the consumer for the scenarios will range from 1.0 to 2.1 cents per litre (in current dollars) with costs increasing from Scenario I through Scenario III. Since these costs are based on industry's own estimates, we believe them to be maxima.

Essentially the problem is to replace tetraethyl lead with other octane sources--increased severity of operation of the "reforming" and "cracking" operations; changing catalysts, feedstock and/or additives; and transfer of products between refineries. The Commission concludes that:

> 11. **A reduction in octane number is not practicable as a present tactic.** (In reaching this conclusion the Commission was handicapped by a complete lack of information from the automotive industry, which did not respond to our requests.) There is even upward pressure on compression ratios and hence octane numbers, largely because of governmental emphasis on fuel economy. (pp. 27-30)

12. **The environmental and health implications of the different octane sources need to be explored further. For the time being, we recommend no change in existing regulations with respect to these alternative octane sources; Canada should leave open all acceptable sources of octane for gasoline.** (pp. 30-31) (p. 51)

13. **Different refineries will have to adapt in different ways to the changes mandated by the 1987 regulations, and any further actions.** (p. 30)

Particular attention will need to be given to alternative additives such as methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT), about which questions of health impact have arisen. The industry urges its continued use. Aromatic hydrocarbons and ethers are also of concern.

The Canadian economy can well absorb the cost of all these scenarios, but certain consequences follow. There will be a negative impact on the lead and lead anti-knock industries. The latter (concentrated in Ontario) will be phased out (one plant has closed, the second is threatened). After taking economic advice, the Commission concludes that other economic impacts will be small, though not favorable. There will be a significant regional impact, with Ontario suffering a loss of production and employment, and with gains chiefly in Alberta and Quebec. We could not quantify the expected benefits in health and environmental quality. Ontario and eastern Canada will, however, derive most benefit in environmental improvement, since more than 70% of Canadians live in these regions, and lead emissions are concentrated in them.

There is insufficient overall difference in cost between the three scenarios to influence a choice between them, though the oil and lead industries will clearly be affected by that choice.

RECOMMENDATIONS WITH RESPECT TO GASOLINE

14. The reduction of permissible lead in leaded gasoline from prevailing levels of 0.44 g/l to 0.29 g/l from January 1st, 1987, will have beneficial effects and should go forward. The parallel regulation concerning exhaust emissions will be effective in converting the national fleet of light duty vehicles to almost fully unleaded status by 1997, especially in eastern Canada. (p. 49)

The effectiveness of these 1987 regulations will depend on new measures against the widespread practice of putting leaded gasoline into cars with catalytic converters. Lead destroys the converters, and escapes into the environment. Hence the Commission urges that:

15. The Government of Canada should bring misfueling to an end, either by enforcement of regulations at the gas station, or by equalizing prices of leaded and unleaded gasoline. The Commission prefers the former method. It realizes that provincial jurisdiction is involved to some extent in both cases. (p. 49)

The 1987 regulations will accelerate the rapid reduction of lead emissions that has been in progress since 1973/74.

16. The reductions in blood lead level achieved by these 1987 regulations will, in the opinion of the Commissioners, be sufficient to protect almost all segments of the Canadian population against the known harmful effects of lead (pp. 49; 16-20)

exposure. There may be exceptions in certain urban hot-spots, and among the industrially-exposed labour force.

There remains the possibility, however, that harmful effects at blood lead levels below 25 µg/dl will be firmly demonstrated by the extensive research now under way. This, plus the fact that US industry is already adapting to even more drastic reductions of lead in gasoline, may lead to insistent public demand for stronger action.

17. If the Government of Canada seeks even stronger safeguards for the population against these more hypothetical risks, it might follow the US EPA standard, by reducing lead in leaded gasoline to 0.026 g/l effective January 1st, 1990, which we regard as the earliest feasible date. An early decision would be needed, however, because this would call for changes in the pattern of investment that has been undertaken to meet the less stringent 1987 regulations. The cost to the consumer of this safeguard will be of the order of 1 cent per litre above the cost of the 1987 regulations. (pp. 50; 18-25)

The Commission has not yet completed its study of the health effects of additives other than lead, or of even more severe refining processes. These are being examined, and a supplementary report will be submitted at the earliest possible date. Another early priority of the Commission will be an examination of possible future changes in automotive engine design, with or without the cooperation of the automotive industry.

F. Kenneth Hare
CHAIRMAN

ACRONYMS and ABBREVIATIONS

ALAD	aminolevulinic acid dehydratase
CDC	United States Centers for Disease Control
CGSB	Canadian General Standards Board
CPI	Consumer Price Index
DRI	Data Resources Incorporated
EEG	electroencephalograph
EP	erythrocyte protoporphyrin
EPA	United States Environmental Protection Agency
GDP	Gross Domestic Product
GNP	Gross National Product
g/l	grams per litre
ILZRO	International Lead Zinc Research Organization
LDVs	light duty vehicles (chiefly cars)
MMT	methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl
MON	motor octane number
MTBE	methyl tertiary butyl ether
NO_x	oxides of nitrogen other than nitrous oxide
µg/dl	micrograms per decilitre (10^{-6} grams per 100 millilitres)
$\mu g/m^3$	micrograms per cubic metre
µmol/l	micromole per litre
NHANES II	Second (US) National Health and Nutrition Examination Survey
PACE	Petroleum Association for the Conservation of the Canadian Environment
RI	road index
RON	research octane number
US	United States

THE MAIN REPORT

LEAD IN GASOLINE

A REVIEW OF THE CANADIAN POLICY ISSUE

Preface

The Commission began its work in December, 1984. We undertook to submit an interim report in September, 1985, and a final report in September, 1986. This is the promised interim report.

The Commission originally planned to present a general review of lead in the environment, mainly to raise questions on which we should like to hear opinions. But the urgency of the lead-in-gasoline problem altered this plan. A report on the issue was clearly needed as early as possible.

Accordingly our first priority has been to examine lead additives in gasoline, the consequent emissions and their possible effects on health. We have sought opinions from community and public interest groups, governments and industry. We have sponsored a number of intensive workshops, focussing on the oil industry (January 17th-18th, in Sarnia, Ontario), the lead and lead additives industry (February 18th, in Toronto), health issues (March 29th-30th, in Ottawa), and the lead metal industries (April 26th-27th, in Toronto). Individual Commissioners have worked hard to establish the necessary contacts, and we have retained numerous consultants.

We have been in touch with most groups that are active in this field. And we have received numerous informative written briefs and opinions. We have not heard, however, from the automotive industry, which has not responded to our requests for information. To put it mildly, this has been a handicap for the Commission, because the design plans of the automotive industry have a decisive influence on the market for fuels of different octane ratings.

We have tried in this report to emphasize the way in which things hang together. Actions aimed at reducing acid rain may have a major effect on the lead issue. Good results depend on sensible use of these interconnections, and on what is often called a systems approach to the problem.

The Substantive Issues

In 1987 the Government of Canada will put in place two new regulations affecting the use of leaded gasoline:

(a) Affecting gasoline put into automotive tanks. New regulations gazetted May 16th, 1984 under the Clean Air Act, which reduce permissible lead content in leaded gasoline from 0.77 g/l (grams per litre) to 0.29 g/l, with effect from January 1st, 1987.

(b) Affecting exhaust emissions. New regulations gazetted August 3rd, 1985, under the Canada Motor Vehicle Safety Act, limiting emissions of hydrocarbons, carbon monoxide and certain oxides of nitrogen (NO_x). Since this currently demands catalytic converters, the regulations also require the use of unleaded gasoline in all new light duty vehicles (LDVs) from September 1st, 1987 (i.e., the 1988 model year). Proposals to regulate heavy duty vehicles were gazetted on August 10th.

The introduction of these new regulations has led to acrimonious arguments about their usefulness, feasibility and impact on industry and public health. The Commission has tried to sort out these arguments, in order to advise the Government on future policy.

One controversy concerns the cost of the new 1987 regulations (as they will hereafter be referred to). The oil refining industry has alleged heavy cost in reaching the new standard of 0.29 g/l in leaded gasoline, in both capital investment and operating terms. Canadian government statements suggest that real costs will be much lower. A complication is the announced intention of the US Environmental Protection Agency (EPA) to impose a much stiffer standard (0.026 g/l) from January 1st, 1986, which has led to fears in the industry that the new Canadian standard will soon be superseded. The implementation of emission standards on new motor vehicles from September 1st, 1987, has added to the uncertainty.

A second major controversy has been over the effect of low concentrations of blood lead on human health. The new Canadian standards were prompted by evidence (largely of US origin) concerning biochemical, neurophysiological and other effects on health, especially in young children and infants. This evidence has been hotly disputed, notably by industrial associations such as the International Lead Zinc Research Organization (ILZRO) which organized a presentation for the Commission. These associations and other witnesses also argue that the Canadian population is at little risk from present blood lead levels, or from the lead disseminated through the environment. Community and public interest groups argue the reverse.

Before it deals with these controversies, the Commission must point out that recent actions of the Canadian government have to a large extent predetermined the outcome. The new 1987 regulations will in any case start a rapid phase-down of lead in gasoline. The first set of regulations (governing lead in gasoline) will produce a sharp drop in lead emissions in 1987. The second set will accelerate the rapid increase in the number of cars needing unleaded gasoline. Together they will quickly reduce total emissions of lead to the

atmosphere to levels not seen since the 1940's. The emission controls were not, in fact, aimed at this result, but rather at NO_x emissions, which have a bearing on acid precipitation. If low lead emissions are indeed desirable, the Government of Canada has moved in the right direction, at least in part because it had other objectives as well.

Action in the United States has also preceded the Commission's analysis. Impressed by the flood of new evidence that blood lead levels well below the customary "safety" level of 30 micrograms per decilitre (µg/dl) of blood can cause health-related internal changes in human subjects, the US Centers for Disease Control (CDC) have lowered the acceptable blood level from 30 to 25 µg/dl. Health and Welfare Canada has also done so. Moreover, the US EPA has announced a new lead-in-gasoline limit of 0.026 g/l, effective 1st January, 1986. Before Canada's new standard of 0.29 g/l takes effect, the United States will be headed for a level only one-tenth as high.

We are not sure how widespread is the anxiety in Canada as a whole about lead toxicity. The Commission shares the view of various community and public interest groups that this is a matter for concern. Some of the new evidence on health effects is disquieting. But the number of groups and individuals who have urged action upon us is not large, and we had to seek some of it out.

Moreover there is evidence that many Canadians put a low priority on reducing automotive emissions. Many motorists--probably about 13 per cent--are willing to misfuel their vehicles to get round the precautions now being taken, to save money, and to improve what they see as engine performance. A recent poll of public opinion on the oil and gas industry indicated that 43 per cent of respondents were unwilling to see any increase in the price of gasoline arising from increased emissions control.

Changes in Observed Emissions of Lead to the Atmosphere

Emissions of lead to the Canadian atmosphere have recently been diminishing. According to an inventory provided to us by Environment Canada, 11,466 tonnes of lead were emitted in 1982, 7,278 tonnes, or 63 per cent, being estimated to have come from gasoline. Table I shows the remaining sources, and gives equivalent data for 1970. All sources declined sharply between the two dates.

Figure 1 shows an analysis of past and present values and a forecast of future automotive lead emissions in Canada for the period 1928-2003. Emissions rose to a peak of about 14,000 tonnes per annum in 1973, since when they have declined. Figure 2 compares, for the period 1968-2000, estimates of emissions made by Environment Canada and the Petroleum Association for Conservation of the Canadian Environment (PACE). The estimates differ only trivially. Canada has clearly experienced a dramatic drop in such emissions in the decade since the widespread introduction of unleaded gasoline in 1974. An even more abrupt decline took place in the same decade in the United States.

Ambient lead concentrations have also dropped markedly at Canadian air pollution surveillance stations, including those in central metropolitan areas. Figure 3 shows annual geometric mean concentrations over the national network (105 stations in 52 cities), and at a smaller sub-set in central metropolitan areas.

This evidence of a rapid improvement in emissions and air concentration is, of course, welcome. Part of the improvement is due to the increasing use of unleaded gasoline. Figure 4 compares annual mean lead concentrations in air with lead additives in gasoline since 1975. The observations clearly fit a trend line very closely, though the period is short. The suggestion is strong that a lead phase-down will quickly reduce air concentrations.

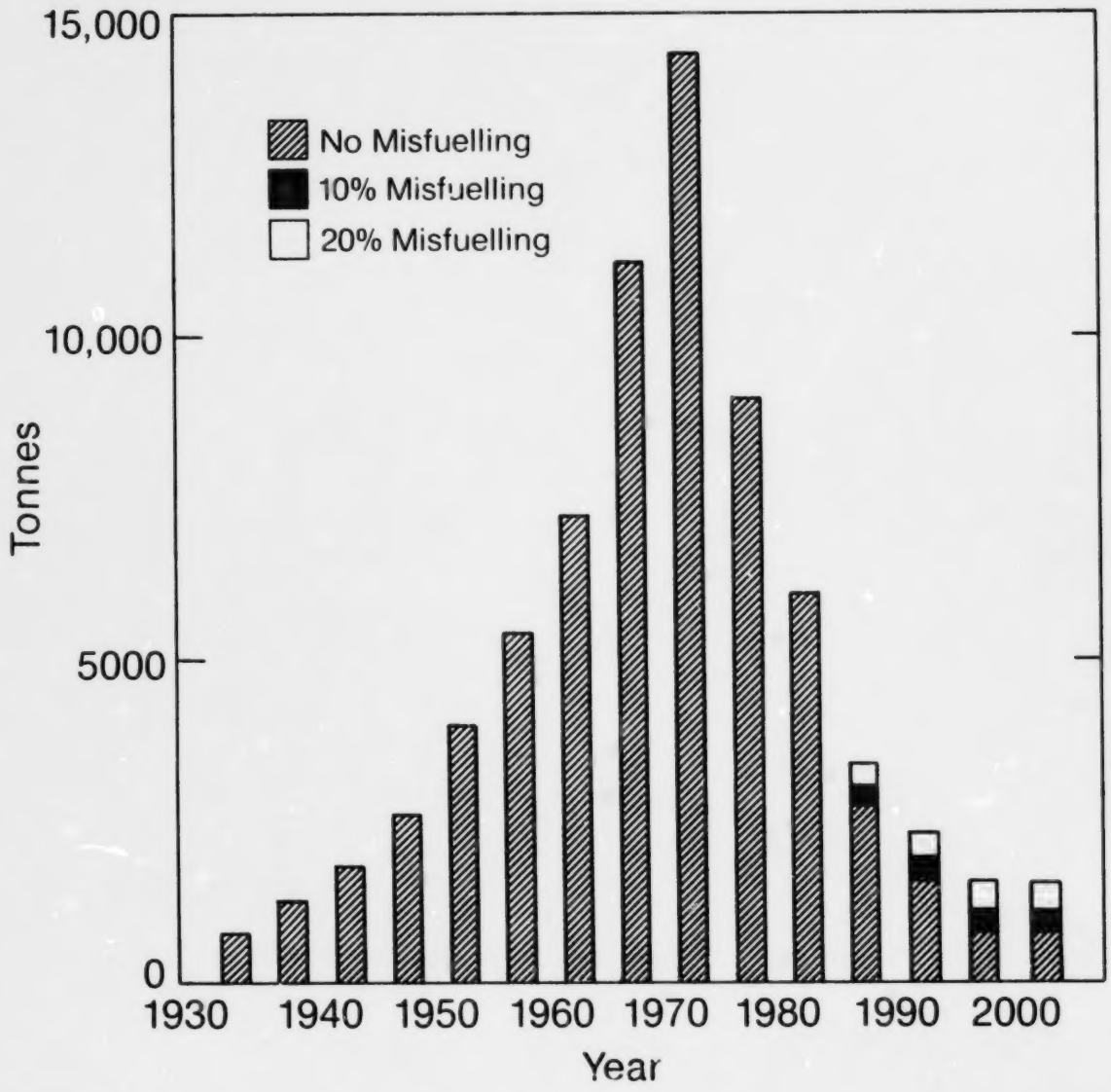
TABLE I

Lead Emissions in Canada - 1970 and 1982

Source	1970		1982	
	tonnes	%	tonnes	%
Gasoline	12,980	67	7,278	63
Mining, Smelting, Refining (Pb)	1,384	7	978	9
Non-ferrous metals (Cu, Ni, Zn)	2,243	11	2,026	18
Iron and steel industries	2,318	12	903	8
Cement	105	0.5	insignificant	
Batteries and other industrial uses	72	0.5	insignificant	
Combustion: power generation and incineration	326	2	224	2
TOTAL EMISSIONS	19,428	100	11,466	100

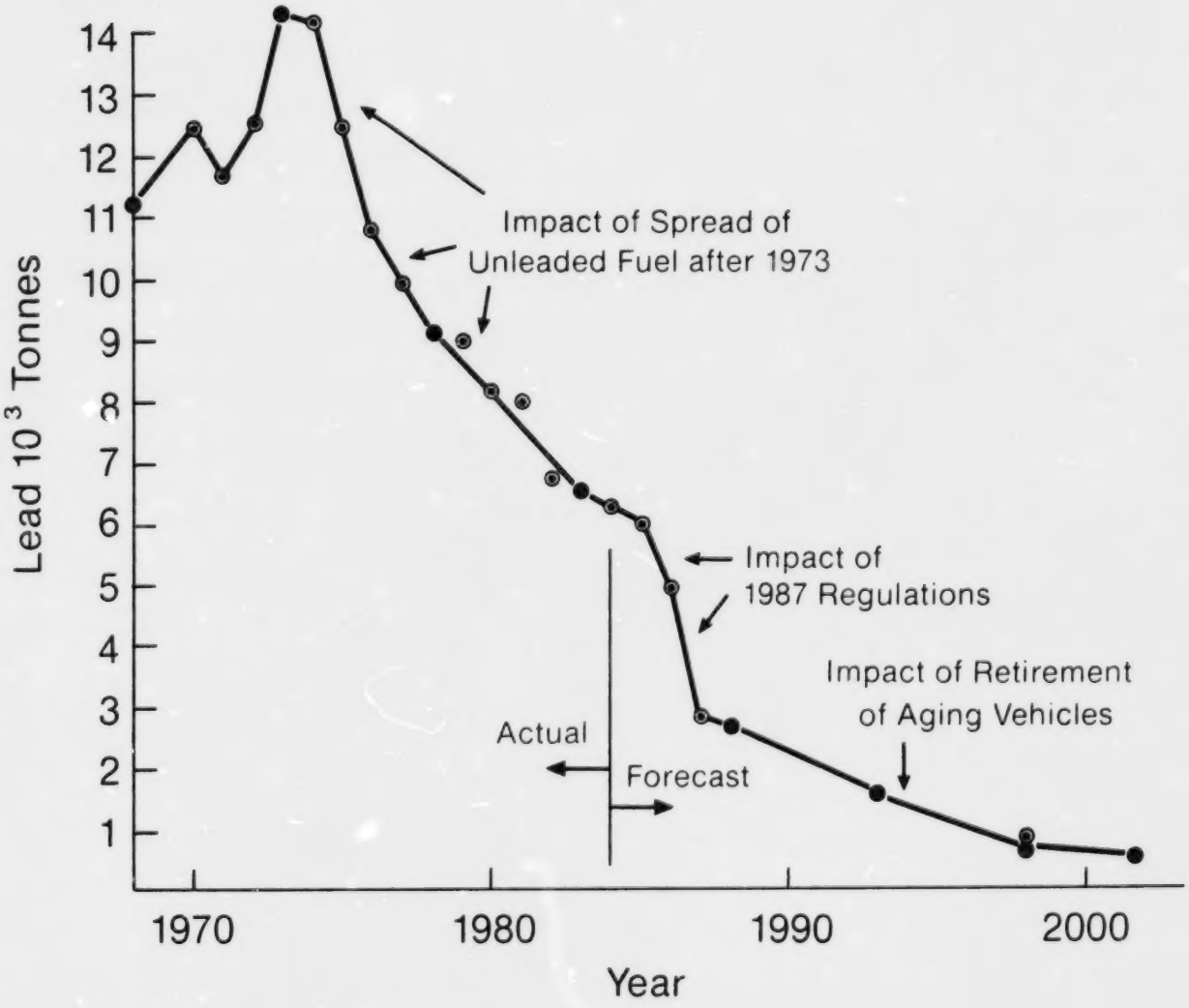
Source: National Inventory of Sources and Releases of Lead (1970) and National Inventory of Sources and Releases of Lead (1982) Environment Canada, Ottawa. 1974 and 1985.

Figure 1: Estimated Automotive Lead Emissions, 1928-2003



Source: National Inventory of Sources and Releases of Lead (1982). Environment Canada (1985)

Figure 2: Automotive Lead Emissions in Canada 1968-2000



Source: Environment Canada (•) and PACE (•)

Figure 3: Trend in Annual Geometric Mean Lead Concentrations: All National Air Pollution Surveillance Network (NAPS) and Major Canadian Metropolitan Area (CMA) Sites, 1975-1983

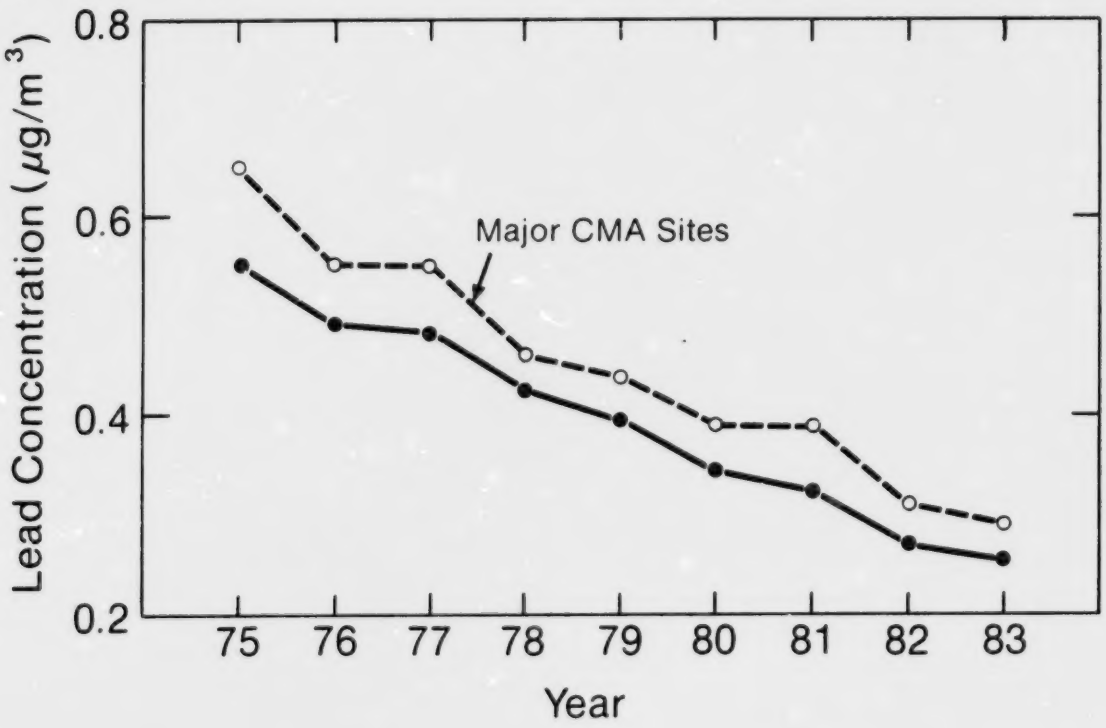
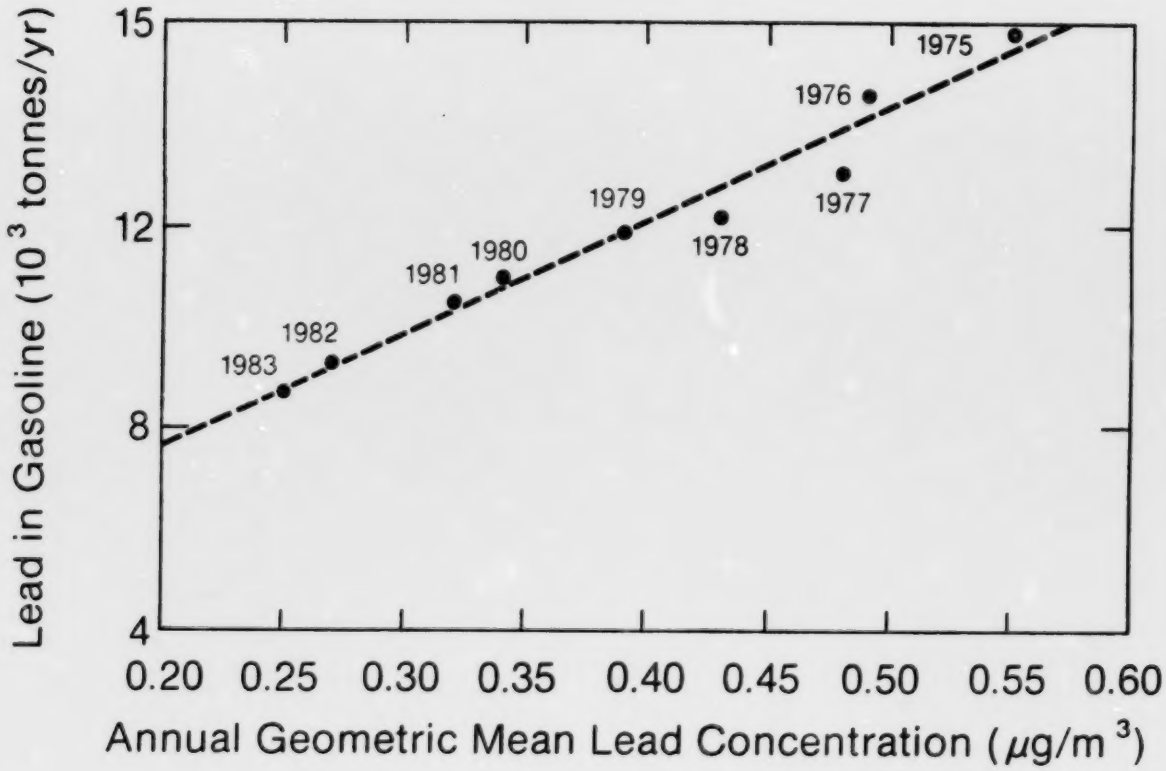


Figure 4: Relationship Between Lead Consumed in Gasoline and Annual Geometric Mean Lead Concentrations for National Air Pollution Surveillance Network (NAPS)



Nevertheless there are three reasons why it is wise to recall that other sources have contributed to the decline:

(a) similar declines in air concentration have been observed in countries such as the United Kingdom and New Zealand in which leaded gasoline consumption has remained high;

(b) other significant contributions to lead emissions in Canada have declined in the same period (Table I);

(c) at sites near lead smelters and refineries the concentration of particulate lead from emissions has been sharply reduced by local regulations and actions.

Since the introduction of a standard leaded gasoline concentration of 0.29 g/l in the United States in 1982, ambient air concentrations in US cities have fallen to about half those observed in Canadian cities. This supports the view that reductions in gasoline lead are indeed immediately effective in reducing air concentrations in the urban atmosphere.

Future Lead Emissions

The Commission has received forecasts of future lead emissions from Environment Canada and from PACE. These predictions differ in detail, but only slightly (Figures 1-2). Both authorities take into account the new 1987 regulations.

In Figure 2 the effect of the reduction of permissible lead content from 0.77 to 0.29 g/l is apparent in 1985-87 (even though the actual content in 1985 was only 0.44 g/l, well below the limit). Emissions are expected to be halved from 6,000 tonnes in 1985 to 3,000 tonnes or less in 1987. They will be halved again in each subsequent six year period, provided that the retirement of older

vehicles proceeds as expected, and provided that misfuelling is effectively controlled. Figure 1 illustrates the potential effect of misfuelling. At the end of the century it may conceivably stand at 20 per cent of sales. If so, much of the benefit to public health through lead reductions will be lost, as will the impact on air quality and acid deposition.

By the end of the century, if these changes are properly implemented, lead emissions will have been reduced to 700 tonnes per annum, or 5 per cent of the 1973 peak emissions from the source. More than half this decrease is expected between 1985 and the end of 1987. Emissions will be below 2,000 tonnes through most of the 1990's (see Table II).

The PACE submission to the Commission indicates that ambient air concentrations averaged across all national air pollution network stations are expected to drop from geometric mean annual 1985 values just above 0.20 $\mu g/m^3$ (0.25 to 0.35 $\mu g/m^3$ in inner cities) to below 0.05 $\mu g/m^3$ by 1989. An inner city value has not been calculated, but there is little doubt that the drop will be effective there too. These are observations on masts several metres up. Curbside concentrations are higher, but the patterns are similar.

The Commission has asked the obvious questions: will these changes already mandated by government action (partly for other reasons) adequately protect human beings? Or are more severe measures needed? Should Canada follow the recent US EPA initiative lowering permitted gasoline lead to a maximum of 0.026 g/l on January 1st, 1986? What attitude should Canada take to related US proposals for complete elimination of lead? Table II shows calculations as to the relative effectiveness of the 1987 regulations, as against the EPA standard, if the latter were adopted by January 1st, 1990, which is the earliest realistic date at which this could be implemented.

TABLE II

National Lead Emissions (in Tonnes of Lead per Annum)

from Vehicle Exhausts for

Two Cases:

(a) Lead-in-Gasoline at 0.29 g/l; LDV emissions at Sept. 1, 1987 level;

(b) With EPA standard of 0.026 g/l applied Jan. 1st, 1990

Year	Case (a)	Case (b)	Difference
1987	2,750	2,750	-
1988	2,525	2,525	-
1989	2,300	2,300	-
1990	2,100	190	1,910
1993	1,570	141	1,429
1995	1,120	100	1,020
1998	740	66	674
2000	700	63	637

Clearly the introduction of the EPA standard would indeed produce an even more rapid drop than the 1987 Canadian standards. However, differences in cost and economic impact will be involved. These are discussed later.

Before we examine these economic questions we shall turn to the controversy concerning the health impacts of the lead phase-down.

Health Effects: General Questions

At this time it is impossible to give firm answers to most health-related questions about lead. The whole matter has been thrown into sharp relief by the actions of the US EPA. With enormous zeal, the officers of this agency have not only stimulated much research, but have used the powers of the Agency to put in place drastic new standards for lead in gasoline. Their initiative has in turn created a demand for comparable controls in Canada, even though our national situation is rather different.

The EPA action, together with the research on which it rests, has started a world-wide debate. Notable records of the arguments can be found in a whole series of reports. The Commission has been especially impressed by

Lead in the Environment: Health Effects.
(Health & Welfare Canada), 1985

Socio-Economic Impact Analysis of Lead Phase-Down Control Options.
(Environment Canada), 1984

Lead in the Environment.
(9th Report, Royal Commission on Environmental Pollution), 1983, (UK)

Submission.
(South Riverdale Community Health Centre), 1985

Lead in Gasoline: Asking the Right Questions.
(Friends of the Earth), 1985

Air Quality Criteria for Lead
(US EPA), 1985

Lead in Toronto's Niagara Neighbourhood
(Niagara Neighbourhood Residents' Association), 1985

Submission.
(Petroleum Association for the Conservation of the Canadian Environment), 1985

Reduction of Lead in the Canadian Environment.
(Canadian Environmental Law Association), 1985.

It is grateful to Health & Welfare Canada for a comprehensive overview of the evidence contained in these and many other documents laid before the Commission. It also thanks ILZRO and Ethyl Canada for critical supplementary information. Gulf Canada also filed a helpful report.

The debate has produced little certainty and little hard evidence. It is about the effects of low levels of lead exposure. There is no argument about the impacts of lead in large doses: they are severe, and sometimes fatal. But the Canadian public is rarely exposed to such hazards. For them the question is more obscure: is there danger, for them and their children, in the pervasive but dilute concentrations of lead created by human activities and now universal in the environment? And, in particular, does the use of leaded gasoline contribute significantly to this danger?

To arrive at answers to these questions the Commission has read a voluminous literature, and listened to expert opinions. It invited many of the most prominent research workers to its Health Workshop in Ottawa, March 29th and 30th, 1985. We are grateful to our guests. The papers of this Workshop will be published shortly, and will be an essential part of our final report. Meanwhile we have used the proceedings to help form the opinions and advice tendered in this interim report.

Measured Blood Lead Levels in Canada

There is a lack of data about blood lead levels in Canada. It may be that they are lower than in most industrialized countries (probably because we spread our traffic and industry over a vast space). There is fragmentary evidence that they have been falling. Certainly we have encountered no evidence of a nation-wide incidence of elevated levels.

Blood lead levels, expressed in micrograms per decilitre, seem to be the best measure of exposure to lead, and of the risk of harmful effects. Other measures include lead in hair, or in the milk-teeth of children. None has been systematically monitored in Canada. The 1978-79 Canada Health Survey did not sample infants and children younger than 3 years of age, among the most vulnerable subjects, and in the large sample of older subjects that was analysed in detail, the distribution of lead levels was not log-normal, as expected.

Health & Welfare Canada have tabulated the available data on blood lead levels, and we present a similar analysis in Appendix I. In addition we present, as Table III, the results of a survey of Ontario children carried out in 1984.

The important but imperfectly answered question is not the average blood lead level of Canadians, but the number and fraction of people in vulnerable groups whose blood levels are unacceptably high. Until recently, for children "unacceptably" meant above 30 μ g/dl. Recently the "intervention" level was lowered by Health & Welfare Canada to 25 μg/dl, in line with a US CDC decision.

The data in Appendix I suggest that few Canadians outside local hot-spots, chiefly workplaces and their surroundings, now have blood lead levels above 25 μg/dl. In 1984 (Table III) the population of Ontario children sampled who were at or above 20 μg/dl was 4.2 per cent. But in 1983 in the South Riverdale area of Toronto, where there is a local lead smelting works, and also high traffic density, 18.6 per cent of children below 5 years had levels above 20 μg/dl.

TABLE III

Distribution of Blood Lead Concentrations by Residence

Among Sampled Ontario Children Aged Six and Under

1984

µmol/l µg/dl	0-.23 0-4	.24-.47 5-9	.48-.71 10-14	.72-.96 15-19	.97-1.20 20-24	1.21-1.44 25-29	1.45 30+	Total Number of Children Tested
URBAN								
Number	2	112	180	76	15	5	2	392
Per cent	0.5	28.6	45.9	19.4	3.8	1.3	0.5	
SUBURBAN								
Number	13	250	194	31	11	5	3	507
Per cent	2.6	49.3	38.3	6.1	2.2	1.0	0.6	
RURAL								
Number	27	207	98	25	10	0	3	370
Per cent	7.3	55.9	26.5	6.8	2.7	0.0	0.8	
TOTAL								
Number	42	569	472	132	36	10	8	1269
Per cent	3.3	44.8	37.2	10.4	2.8	0.8	0.6	

Source: Ontario Ministry of Health, 1985

The South Riverdale surveys show a decrease in mean blood levels between a group sampled in 1973 and another in 1982. The local Community Health Centre, which has been a pioneer in calling public attention to the issue, nevertheless recommended to us that lead be removed from gasoline, except perhaps for heavy duty vehicles. They, like the Commission, were forced to lean on an argument from US data to bolster their case.

Hence we cannot absolutely confirm the common impression that blood levels in Canada are falling, or that the introduction of unleaded gasoline a decade ago has been effective. The fragmentary evidence available is consistent with a fall. Our best guess is that it is real.

Health Effects of Low Lead Exposures

The new evidence that led to the EPA actions, and to less vigorous responses in other countries, has come from a variety of fields. Much of this research has been in areas where lead impacts at blood levels above 30 µg/dl are well established. With improved analytical methods, and with greater awareness of the potential health danger, many studies have been carried out at much lower blood levels, often in new modes (for example, extensive umbilical cord determinations). There has been a rush to establish whether there are any ill-effects due to lead at the low blood levels typical of the inhabitants of a modern city and its suburbs.

Disquieting or at least provocative observations have been described in the following fields:

(i) In the hematopoietic system (regulating blood) and related cellular processes. The biochemical effects of lead on the oxygen transport system of

the body, and therefore on its energy metabolism, are now fully substantiated and accepted. Lead affects the precursors of hemoglobin, the blood's oxygen carrier; aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) is affected down to very low blood lead levels, and ALAD enzyme inhibition has been demonstrated in all kinds of subjects at the lowest measurable concentrations (about 5 µg/dl). Impaired heme synthesis is also correlated with blood lead (showing up through elevated levels of erythrocyte protoporphyrin, EP). Heme effects are detectable down to 25 µg/dl in male adults, and perhaps down to 15 µg/dl in women and children. Anemia, the actual lack of hemoglobin in red cells (erythrocytes), occurs at levels above 40 µg/dl in children, and above 50 µg/dl in adults.

Many studies have been made of the effects of lead on heme biosynthesis, which occurs in many tissues, including the kidney, liver and brain of both humans and experimental animals. Heme and heme-like compounds are constituents of oxygen-transporting substances (such as hemoglobin, the iron-protein complex found in red blood cells), which are essential to energy metabolism in the body. Inhibition of heme synthesis would be expected to affect, in turn, all cells in the oxygen transfer process in which heme is the key component. It seems generally accepted that at blood lead concentrations less than 25 µg/dl in adults and 15 µg/dl in children, lead still interferes with the last step of the heme synthesis process, the insertion of iron into the organic part of the molecule. There is now fairly good evidence that impaired production of heme and other hemoproteins affects nerve cells at higher levels of lead exposure.

Some of the cellular and sub-cellular processes that have been identified show no measurable 'threshold' level of blood lead below which no interference takes place. Indeed, the concept of threshold, essentially developed on the basis of the clinical visibility of toxic symptoms, has to be reviewed in the context of tolerance by the organism to insult. This in part must depend on the

normal rate of cell replacement and scavenging, and the range over which metabolic reactions can accommodate far less efficient cells on which they depend, or which depend on them.

A number of other cellular processes are clearly affected by high levels of lead exposure, some of these being well documented at toxic levels. There is a growing body of evidence that many of these, in fact, do have effects at lead levels below 25 µg/dl, although some controversy remains. These include the vitamin-D hormone system, which includes regulation of cellular calcium, itself playing an important role in the functioning of the nervous system.

Advances in clinical medicine over the past decade have led to changes in the definitions of disease states. These are now defined by discrete abnormalities in tissue cultures, in receptor proteins, protein kinases, and by other sensitive and objective tests in humans who show no overt clinical symptoms. Thus studies on the metabolism and clinical effects of lead during the last five years have changed the context of lead toxicity, particularly in children. The Commission agrees that lead impairs or perturbs certain metabolic pathways and enzyme systems that involve essential features of cellular function at concentrations formerly thought to be safe. The realisation of this fact underlies the steady decline in the amended "safe" levels for blood lead in children, first from 40 to 30, and now to 25 µg/dl. The effects of lead are now clearly detectable by sensitive biochemical tests, rather than by the traditional symptoms of plumbism.

It remains true, however, that no obvious clinical effect has been reported as being associated with the above impairments or disturbances. Bearing in mind the complex and integrated ways in which the total organism functions, it is highly unlikely that interference with one set of reactions can occur without affecting others, and evidence exists for many such cases. To repeat our

earlier words: we find the developments disquieting and provocative to the researcher and clinician alike. The Commission agrees that the effects of low levels of lead on the functioning of the hematopoietic system provide justification for reducing blood lead in the population to below 1985 levels.

(ii) The nervous system: neuropsychological and neurobehavioural effects. Many of the symptoms of frank lead poisoning at blood levels above 60 µg/dl are clearly disturbances of the brain and nervous system. The past decade has seen determined efforts to find out whether low levels of blood lead also produce such effects in more subtle ways.

Reports of possible neurobehavioural and neurodevelopmental effects of low lead levels in children have sparked lively debates over the period, not only among psychologists, physicians and biologists, but also among public interest groups and in the media. There is no doubt that such effects occur at high lead levels, and the cellular work at least indicates what some of the biochemical pathways might be. The question for the Commission is whether these effects can be demonstrated at the lower blood levels typical of most Canadian children.

Groups of children have been tested in the United States, Britain, and Germany (but not, to our knowledge, in Canada). Controversy has centred on sampling and analytical methodology, the applicability of the psychometric tests used, the validity and independence of teacher and parental assessments, the significance of statistical correlations and the control of confounding variables. (Confounders are factors other than lead which might be responsible for the observed effects. They are not limited tc chemical toxins, but include social, cultural and economic factors).

Particularly prominent in this debate has been the work of Herbert Needleman, who based his analyses on a large sample of Massachusetts school children, using deciduous (milk) tooth lead content as a parameter, and a series of neuropsychological tests as measures of neurodevelopment. Needleman and several of his critics appeared before the Commission. The results seemed alarming, because they pointed to significant negative impact on the mental development of children. His work was both acclaimed and contested. A high-level review panel of the EPA reported that the "neuropsychological deficits" might not have been caused by the lead exposure. The results were ..."equally consistent with the conclusion that increased lead exposures and associated body burdens are a consequence of low IQ or other observed behavioral deficits." The British Medical Research Council's review of recent research, "The Neuropsychological Effects of Lead", was equally sceptical of the interpretation of the observed effects. Some of the criticism obviously stems from the fact that the studies were cross-sectional, trying to estimate the exposure to lead and its outcome more or less simultaneously.

Data have been produced both supporting and failing to support the effects of body lead on neuropsychological and behavioural performance in children. It appears, however, that studies with stronger methodological structure and analysis are reporting "negative" results, while the "positive" studies appear to have weaker methodology and be more open to critical analyses in peer review. Definitive answers may have to await the results of prospective longitudinal studies now underway in Scotland and in Ohio, in which the populations are kept under study for an extended period. However, very well designed Canadian experiments on monkeys have shown behavioural modifications appearing over a range of blood lead levels typical of those of children (2, 15, 25 and

55 µg/dl); there is also some evidence of marked reduction of hyperactivity in children whose blood level was reduced by chelation (chemical) therapy.

The Commission hence agrees that evidence suggests an association between adverse learning and behavioural effects in children with high body contents of lead. Some minor effects at lower levels cannot be excluded; indeed, current research points to lead effects on biochemical processes in nerve cells that might, in the future, prove relevant. Below 25 µg/dl, however, neuropsychological and behavioural effects appear slight, if present at all.

A small number of recent studies have explored the relationship between body lead and electrophysiological functions in children. These have used electroencephalographic (EEG) data to record various aspects of brain activity. These measurements are difficult to interpret, and many have no known psychological relationship, especially in the rapidly developing brains of young children. The Commission believes that no conclusive evidence has yet been found for neurophysiological effects on the brain at low body levels of lead. A reviewer reminds us, however, that in neurology toxicity is a cumulative problem, and is also multiple; as toxins accumulate in the body they may reinforce one another in their impact. Susceptibility to such impact may be genetically determined, and will hence differ between individuals; what is tolerable to one may be intolerable in another.

(iii) Other potential effects. Evidence from animal and human studies clearly shows that exposure to high levels of lead has significant implications for the reproductive system. This includes spermatocyte abnormalities and chromosomal aberrations associated with fetal effects. Several studies have indicated a relationship between lead levels in maternal blood, umbilical cord blood, fetal blood, and possibly placental tissue. Though some abnormalities

have been reported, women suffering from plumbism are also known to have delivered normal, full-term infants. It is doubtful whether such effects do indeed occur at the low exposures typical of all but a very small proportion of the Canadian population. The evidence becomes less consistent at low dosage, where the likelihood of effects from confounding variables increases substantially. These include other toxic metals (such as cadmium), lifestyles, habits, and socio-economic and cultural factors. The Commission believes that no conclusive evidence has yet been found at blood levels below 25 µg/dl for teratogenic effects on the embryo. It agrees with the view expressed by the US EPA that only well-designed epidemiological studies involving a large number of subjects would be able to clarify the relationship between blood lead and teratogenic and other reproductive effects. This has not yet been attempted.

The association between child blood lead and stature has been analysed in a recently published report. Using data from the US National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES II) the authors claim that serum lead correlated significantly with height, weight and chest circumference of 5 year olds. They assert that the mean blood lead level of the children examined seems to be associated with a reduction of 1.5 per cent in the height expected if the blood level had been zero. The authors suggest that blood lead may be a surrogate for a multiplicity of environmental factors. Others too have suggested a correlation between various aspects of the caretaking environment and childhood blood levels. The Commission agrees that no direct biological effect of lead on growth has been established; to do so would require carefully planned and executed longitudinal surveys.

(iv) Lead and blood pressure. An association between blood lead and blood pressure has emerged from several studies on animal and human populations. Two

biologically plausible mechanisms for this association have been proposed, respectively involving calcium metabolism and involuntary muscle tissue, and renin metabolism in the kidney.

Probably the most exhaustive epidemiological study was undertaken by the US EPA and the CDC, using data for white males aged 40 to 59, culled from the NHANES II survey. They attempted to account for the impact of nearly 150 possible confounding variables in their model and then used the procedures developed in the Framingham and Pooling projects to predict the number of heart attacks and strokes that might be avoided in the United States by reduction of the lead content of gasoline.

The Commission accepts the correlations reported but, having reviewed them in terms of the criteria for causality, believes that a causal relationship cannot safely be inferred from the published data. Though the association meets most of the criteria, and is based on biologically plausible hypotheses, the most important ones that it does not satisfy are the requirement for a clear dose-response relationship, and for a temporal relationship. There is also a certain lack of consistency in the results, in part due to a lack of precision in measurement of both blood lead and blood pressure.

A cross sectional study, however well performed, can only provide weak evidence of causality, and the evidence is even weaker if the study was not designed to test the specific hypothesis. Though the earlier studies to some extent strengthen the inference of causality in the association, it is by no means established, and the Commission believes that it would be difficult to make policy decisions solely on the basis of the blood pressure research to date.

The Commission notes that the US EPA has explicitly avoided basing its recent regulation reducing lead in gasoline to 0.026 g/l on the lead-blood

pressure association. EPA cited it in the Federal Register only as new and disturbing information yet to be fully substantiated that should be considered in seeking to open for discussion the issue of total elimination of lead from gasoline. At a recent meeting in Washington, which was attended by a representative of the Commission, EPA's Clean Air Science Advisory Committee stated that the present state of knowledge of the reported association of lead with blood pressure was not adequate to support the cardiovascular interpretations, and strongly advised that they be excluded from the present revision of the Agency's Air Quality Criteria. The Agency will now only cite the published work.

The Commission considers that, in the absence of an accepted causal relationship between low levels of lead and elevated blood pressure, it would be premature to estimate from the data what savings in life and health costs would result from any given reduction in blood lead.

(v) The problem of "hot-spots". Though the mass of the Canadian population appears to have blood lead levels below the intervention level, or indeed any level at which visible impact occurs, this is not true of certain small but densely populated areas near lead smelters, mining operations and the areas of heaviest traffic. "Hot-spots", as they have been called in other countries, are certainly present in Canada, though their high lead levels have been decreasing.

In the early and mid 1970's, the earliest studies of blood lead in Montreal, Halifax, Toronto and Ottawa showed many children with blood lead levels above 25 µg/dl, and isolated cases above 40 µg/dl. At Trail, British Columbia, the 1975 average blood lead level in young children was 22 µg/dl. This early work, here and in other countries, led to the realization that young children in city environments were particularly liable to lead exposure, because

of the dust they picked up at play, and often ingested, and much less because of higher ambient lead concentrations in air (due in part to heavy traffic). The problem of flaking lead paint, however, a main cause of lead poisoning in older US cities, appears rare in Canada.

Strong pressure by local community groups, combined with a general tightening of emission regulations, has greatly improved these urban hot-spots; but problems remain. In this report we are concerned about the view that reduced lead emissions in gasoline will solve these remaining problems. We are not satisfied that this is the case. In the Commission's view the decline in lead mandated by the 1987 regulations will help reduce the lead burden in children (and others) resident in the hot-spots; but other measures, such as soil replacement, may well be needed in the worst affected areas. Children derive most of their lead burden by ingestion, and much less than adults by inhalation. Health & Welfare Canada has estimated that from 30 to 40 per cent of the total uptake of lead by children may nevertheless be derived from leaded gasoline, which is seen as the source of much of the ingested dust. This figure is anything but firm, and needs much more study. We shall return to these points in our final report.

Technology and Costs of Reducing Gasoline Lead

The evidence just reviewed confirms that it is desirable to reduce lead emissions below their 1985 value, and that the 1987 regulations will bring about a sharp drop starting in 1987. It is possible that a still larger decrease in emissions will be demanded, either to the new EPA 1986 standard of 0.026 g/l, or even to wholly lead-free gasoline. In this section the Commission examines the

available methods of achieving these targets, and considers industry's estimates of the costs involved.

Estimates put forward by spokesmen for the oil industry of costs of reducing lead in gasoline have been much higher than those proposed by Environment Canada. Estimates to achieve the 1987 standards for leaded gasoline and exhaust emissions have differed by a whole order of magnitude, as regards both capital and operating costs. We have examined the consultants' reports, Environment Canada's Control Options for Lead Phase-down in Motor Gasoline, and also questioned industry representatives as to this difference.

The wide range of previous estimates arises from differing assumptions concerning the technology to be used, the energy penalty to be paid, and the extent to which existing facilities of the oil companies are fully used, or could be.

One major difference was the assumption by Environment Canada that octane levels could be lowered to the Canadian General Standards Board levels. This view is disputed by industry, which insists that the market compels it to keep up octane levels, and sees its problem as that of maintaining octane ratings previously achieved very cheaply by tetraethyl lead. All the alternatives are more costly, in some cases by a large amount. Table IV gives PACE's estimate of the cost per octane-barrel for each of six options.

Quite clearly the cost of meeting the new standards will depend sensitively on which of these options is adopted by the industry, and on the octane target. The Commission is not competent to tell industry how it should make this choice, but offers the following observations:

(a) we agree that a reduction in octane number is not practicable as a present tactic. We have been unable to get satisfactory information from the automotive industry, but understand that

TABLE IV

Typical Cost of Octane Sources

Octane Source	Cost (cents Canadian) per Octane Barrel*
Tetraethyl lead, at 0.29 g/l	6
MMT, at 0.016 g/l	15
(methyl cyclopentadienyl manganese tricarbonyl)	
Reforming, high severity	30
Aromatics (benzene, toluene, xylene)	42 - 92
MTBE (methyl tertiary butyl ether)	40 - 90
Isomerization of light naphtha	60 - 80

Source: PACE presentation to Commission, 1985. Current $.

* i.e., the cost of raising the rating of one barrel of fuel by one octane number.

their present design target is a Research Octane Number (RON) of 91, or a minimum Road Index (RI) octane of 87 (this is the average of Research and Motor Octane Numbers). However, as automobiles age, the requirement for octane increases. Motor gasolines now available at Canadian stations have an average road index octane of 89.2, 2.3 octane numbers above the CGSB Standard, to meet this demand. The Commission accepts arguments put before it that US performance targets (miles per US gallon) tend to drive compression ratios upwards, and hence maintain demand for moderate to high octane levels. There is in any case an obvious consumer demand for higher performance.

(b) we realise that different refineries will have to adapt in different ways to the changes mandated by the 1987 regulations, and any further action. Some refineries may well become unprofitable, and will be closed down. Others recently constructed will be able to adapt with little if any capital expenditures. The Commission's economic consultants have examined this range of responses in a preliminary way, but the subject is too large for any firm recommendation. In any case this is a decision for industry to make.

(c) the environmental and health implications of the different octane sources need to be explored further. MMT is obviously attractive, and at the maximum regulated level of 0.016 g/l is compatible with the use of catalytic converters in exhaust systems. The PACE submission strongly urges that MMT be retained, in spite of its prohibition in unleaded gasoline in the United States and its uncertain health effects. Higher severity reforming is a capital-

hungry technique for direct production of higher octane gasoline. It carries a costly energy and catalyst penalty. The oxygenates (e.g. MTBE) and aromatics as additives present certain technical, health and environmental problems. We shall attempt a more detailed analysis of these questions in our final report. Meanwhile we recommend no change in existing regulations with respect to these alternative octane sources.

In estimating the possible economic implications of these costs, the Commission decided to base calculations on PACE's estimate of the capital cost of meeting the 1987 standards. This is a sum of $500 million, to be invested between 1985 and 2000. This figure is well above estimates made in 1983 by Environment Canada, but well below PACE's initial estimate made at the same time. The Commission regards this figure as a probable maximum, because it is the industry's own estimate. There is an obvious incentive for industry to meet the objectives more cheaply. For the more severe EPA standard of 0.026 g/l, which we believe could be introduced by January 1st, 1990, PACE's estimates are for a further $300 million of capital.

Accordingly the Commission has investigated three scenarios:

Scenario I Lead 0.29 g/l from January 1st, 1987, plus the new 1987 exhaust emission regulations. Petroleum industry investment made in 1986 and 1992 in order to adjust to the increasing demand for unleaded fuel by 1993.

Scenario II 1993 emission levels of Scenario I imposed in 1987, requiring all Scenario I investment to be made in 1986.

Scenario III Lead 0.29 g/l from January 1st, 1987 reducing to 0.026 g/l from January 1st, 1990, with greater investment timed to meet this date.

Scenarios I & II are examples of possible responses to the 1987 regulations. Scenario III represents a jump to the 1986 US EPA standard in 1990. We have not attempted estimates of the effects of proceeding to a wholly lead-free solution.

All three scenarios have been modelled for the Commission by Data Resources of Canada, Inc. (DRI), who were asked to answer the following questions:

(a) are the adopted extra operating costs to the petroleum refining industry acceptable?

(b) what will be the increase in cost to the consumer of gasoline and other fuels?

(c) in general terms, what will be the technical options chosen by the refining industry?

(d) what will be the impact on the anti-knock and lead industries?

(e) what will be the overall impact on the national economy, in terms of gross national product (GNP), consumer price index, cyclical disruptions of the economy, other industries, employment and balance of payments?

(f) what regional inequalities will arise?

The Commission is not mesmerized by modelling results, but it believes that the answers obtained (summarized in the next section) are reasonable assessments of the economic consequences of the three scenarios. Any potential gain in public health has been left unquantified, as have some other costs and benefits, such as the impacts on the automotive parts business.

We approached this analysis not as an exercise in cost-benefit, aiming to justify a decision to maximize the use of unleaded gasoline, but rather as an effort to foresee the consequences of a decision already taken. This is certainly true, in what follows, for Scenarios I & II, because they do indeed reflect actual regulations. Scenario III, however, is rather more drastic.

Economic Impacts of Lead Phase-Down

We turn now to these economic impacts, as modelled by DRI, and in the light of earlier exercises to which we were given access by Environment Canada.

(i) Additional operating costs to the petroleum refining industry. The estimates of additional cost given in Table V were made for the Commission by PACE. The figures include amortization of capital costs. They are in constant 1983 dollars. As-spent costs will be higher if inflation continues.

These industry estimates are subject to uncertainties in capital cost, which will depend on the actual options exercised by all refineries in meeting production targets. As stated above, they are probably maximum estimates. We are not endorsing them, but need them for estimates of the consequences for the rest of the economy.

(ii) Cost of gasoline to the consumer. The costs in Table V will be recovered from the consumer. Though large, they are small in relation to the huge current annual volume of sales (31 billion litres of gasoline alone).

DRI have estimated--and the Commission agrees--that the rise in cost to the consumer of all forms of transportation fuels, including diesels, will need to be near these figures (page 35):

TABLE V

Estimated Additional Capital and Refining Costs, for Three Scenarios

(millions of constant 1983 dollars)

Scenario	Year	Assumption	Additional Capital Cost	Additional Annual Refining Costs
I	1987	0.29 g/l lead; first phase investment	240	142
	1993	Remaining investment completed	260	133
		TOTALS	500	275
II	1987	Full Scenario I investment in 1987, permitting lower emissions from 1987 to 1993	500	275
III	1987	0.29 g/l to 1989	240	142
	1990	0.026 g/l from Jan. 1st	560	303
		TOTALS	800	445

Source: PACE submission, plus discussions with Commission

Scenario I	From 1987-1991:	0.5 cent per litre
	1991 onwards:	1.0 cent per litre
Scenario II	From 1987:	1.0 cent per litre
Scenario III	From 1990:	2.1 cents per litre

(Current dollars. For assumptions and calculations see Appendix II, where costs have been escalated to the year of actual expenditure.)

These figures are based on the assumption that costs will be recovered from gasoline, diesel, aviation and heating fuel, with traditional differentials being maintained between, for example, gasoline and diesel fuel. If the required cost recovery of 1 cent per litre from all fuels were to be distributed across gasoline sales only, the increase would be 1.6 cents per litre.

The price increases are comparable with the increase in federal excise collections imposed on September 1st, 1985. They clearly do not represent an unmanageable threat to the consumer, unless accompanied by further tax increases.

(iii) Technical options chosen by the refining industry. The Commission believes that industry should make its own decisions as to how the scenarios should be followed. But these decisions will have important consequences for investment and regional impact. DRI were asked to assess these. Clearly the list of options includes adding isomerization units, increasing the severity of operations on reformers and crackers, changing catalysts, feedstock and/or additives, and transferring products between refineries (already practiced). A wide range of blending operations is possible.

In order to meet the current octane standards at lower lead dosage, refiners will increase the severity of operation of catalytic reformers, the operation whereby the lighter quarter of the barrel of crude is converted to higher octane gasoline. This will require capital investment for upgrading the process

facilities and for additions to the catalyst system. It will also increase operating costs through the substantial energy penalty inherent in the high severity operation.

Isomerization of light naphthas (at present blended into leaded gasoline) is an economic alternative generally attractive to those larger refineries which have access to 3,000-5,000 barrels per day of naphtha feedstock. The economic study by DRI assumes that only three to five isomerization units will be required by 1990 and that these will account for about half the industry investment. Construction of such facilities is most likely to occur in Alberta, Ontario, Quebec, and the Maritimes.

(iv) Impact on the anti-knock and lead industries. Though the amount of lead in leaded fuel represents a small part of the total consumption of lead in Canada (5 to 6 per cent), and an even smaller part of total lead production, the phase-down of gasoline lead has caused strong reaction in the entire industry. Other markets are very weak world-wide. The spokesmen for the industry have vigorously objected to further phase-downs because they reject much of the medical evidence used to justify them. The Commission does not agree with this position, but agrees that the lead industry is being hurt by the new measures.

Far more drastic is the impact on the tetraethyl lead industry in Canada. DuPont has already closed its Maitland, Ontario plant. Ethyl Canada, the only other supplier, has facilities at Sarnia, which may close when domestic demand falls to 24,000,000 pounds of anti-knock "compound" (about 4,400 tonnes of lead). Some part of the installations and part of the labour force may be transferred to other activities (DuPont informed the Commission that it has been able so far to absorb all its Maitland staff).

This industry has been producing annually $125 million worth of anti-knock compounds and other chemicals, of which $52 million has been for domestic supply. With US markets contracting rapidly, both domestic and export sales are collapsing. The closure of the industry represents a $35 million write-off of corporate assets, and a $50 million loss to balance of payments. 200 employees are or will be affected directly, along with others in the chemical and service sectors.

(v) Impact on the overall Canadian economy. In contrast to the oil, lead and additives industries, which are severely affected, the overall national economy will suffer only a small impact, not all of it negative. DRI's estimate is that gross national product (GNP) will be only slightly affected (a small cumulative loss). Even in Scenario II (more rapid phase-down in 1987), GNP will rise only 0.1 per cent in the major investment phase and fall only 0.06 per cent after 1988, as cost increases make themselves felt. In addition, as regards Scenarios I & II:

(a) no cyclical disruptions to the economy are indicated; Scenario I mitigates the negative impacts on employment, car sales and consumer price index;

(b) effects on industrial sectors will be minor, with small gains in construction, and small losses in transportation equipment and some other sectors;

(c) current account trade balance will be negatively affected early in the period (mainly 1986), but will become small and positive in Scenario II. The latter scenario outperforms Scenario I in terms of cumulative gains, but only to the tune of $200 million (1971 dollars) by 1995;

(d) Scenarios I and II will both have an overall negative effect on employment, with positive impacts in the short term, followed by declines between 1987 and 1990. Cumulative job losses will exceed 10,000 person years by 1995. This is a small effect on total employment, with no important difference between the scenarios.

(e) consumer price index (CPI) will rise marginally by almost 0.3 per cent in the case of Scenario II in the first year, and then slowly decline. Scenario I shows a substantially smaller rise in 1987, but there is another rise as later capital investment takes effect in 1991/1992.

As regards Scenario III, all the above points apply qualitatively, but the impacts are generally greater. DRI have assumed that shifts in the location of the refining industry will be twice as dramatic in 1990 as they were for Scenario II in 1987.

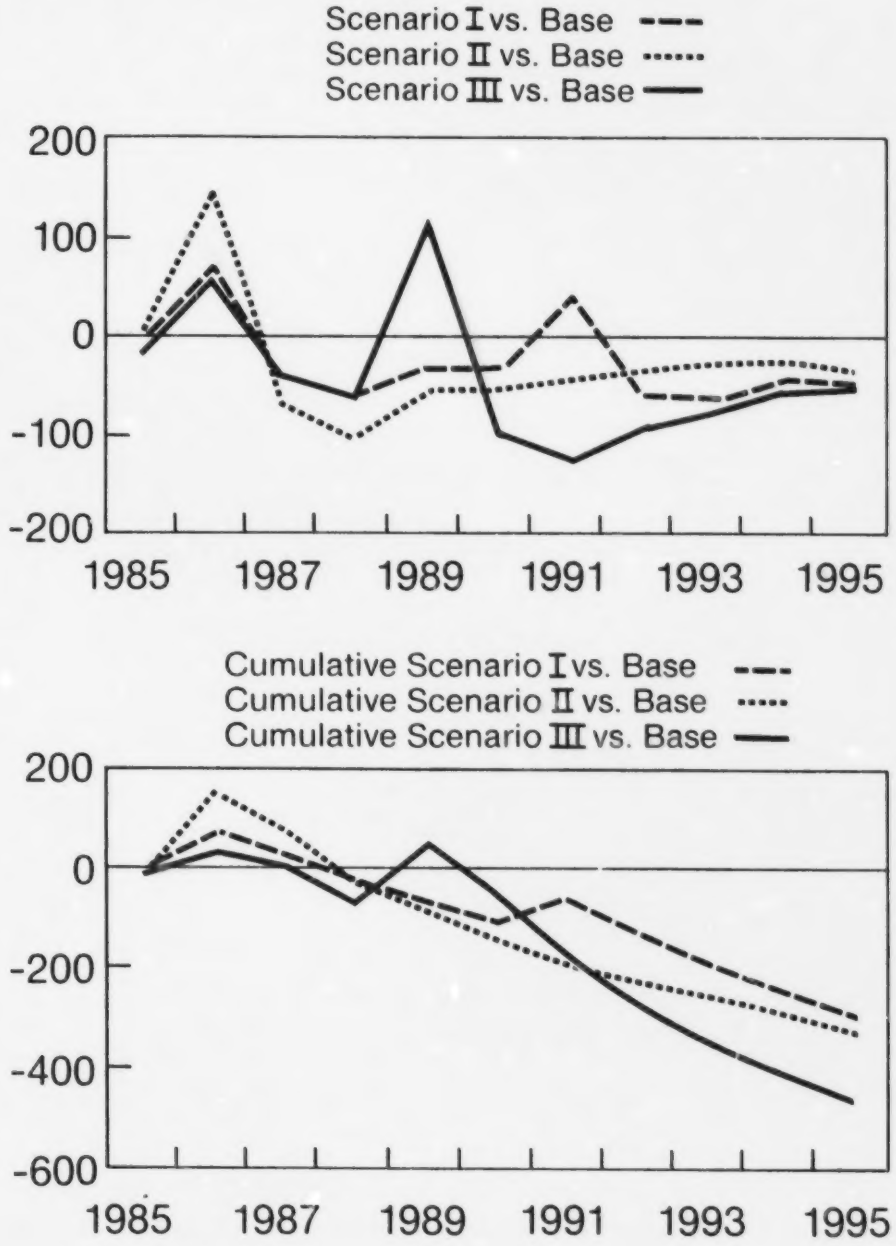
The regional disparities accordingly become more acute. Of the total national output loss, 85 per cent is sustained by Ontario. The province loses 29.5 thousand person-years of employment (the national loss is 22,000 person-years, the loss in Ontario being counter-balanced by gains elsewhere).

Nevertheless Scenario III still predicts quite small changes in macroeconomic terms. It is easily the most drastic of the choices, but is not big enough to cause cyclical disruption. DRI concludes that the differences between the scenarios are not significant enough to influence a decision as to which path to choose.

We reproduce as Figures 5 to 10 the expected changes in GNP, consumer price index, construction, transportation equipment, current account trade balance and employment, in each case showing the deviation of Scenarios I, II and III from

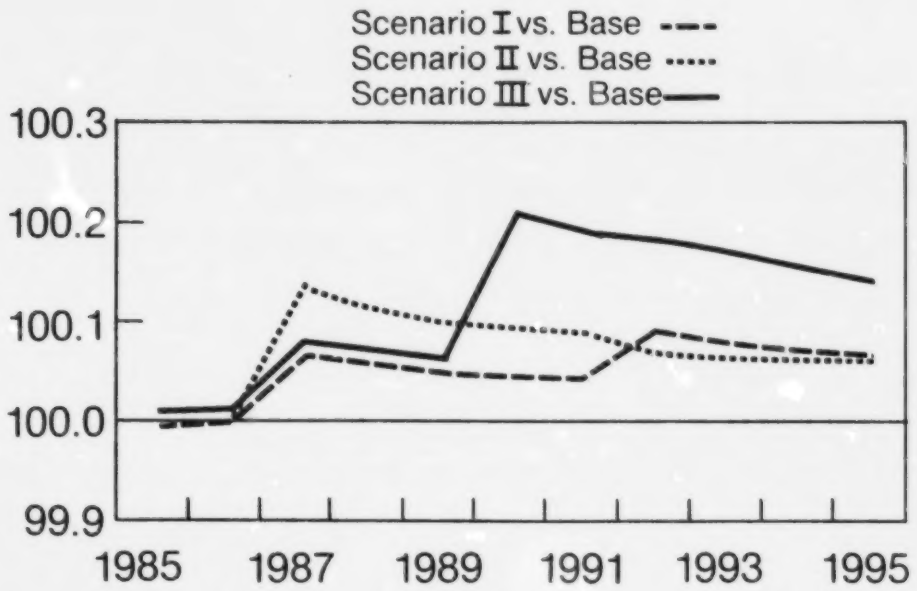
Figure 5: Real GNP (Millions of 1971 Dollars)

(Base represents the expected evolution of the economy in the absence of regulations)

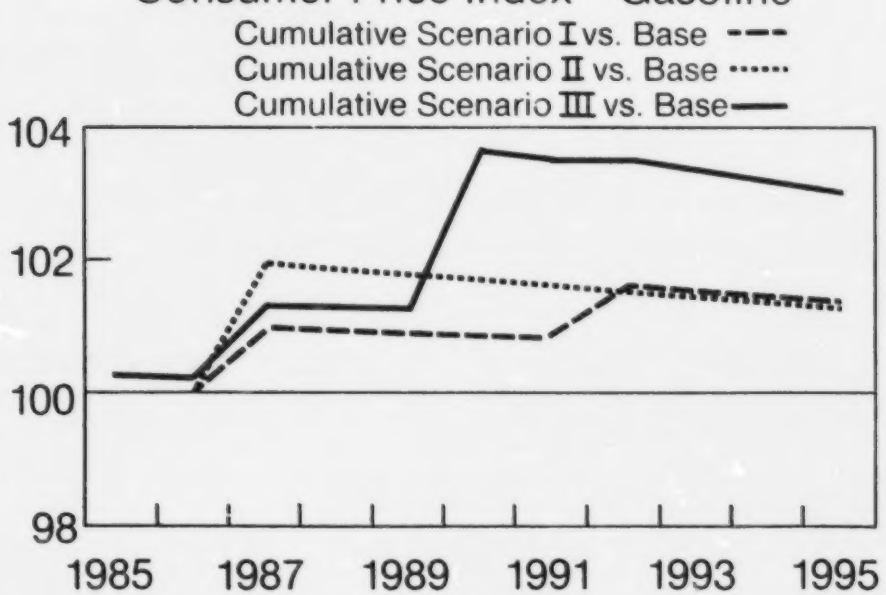


Source: Data Resources Inc.

Figure 6: Consumer Price Index
(% of Base)

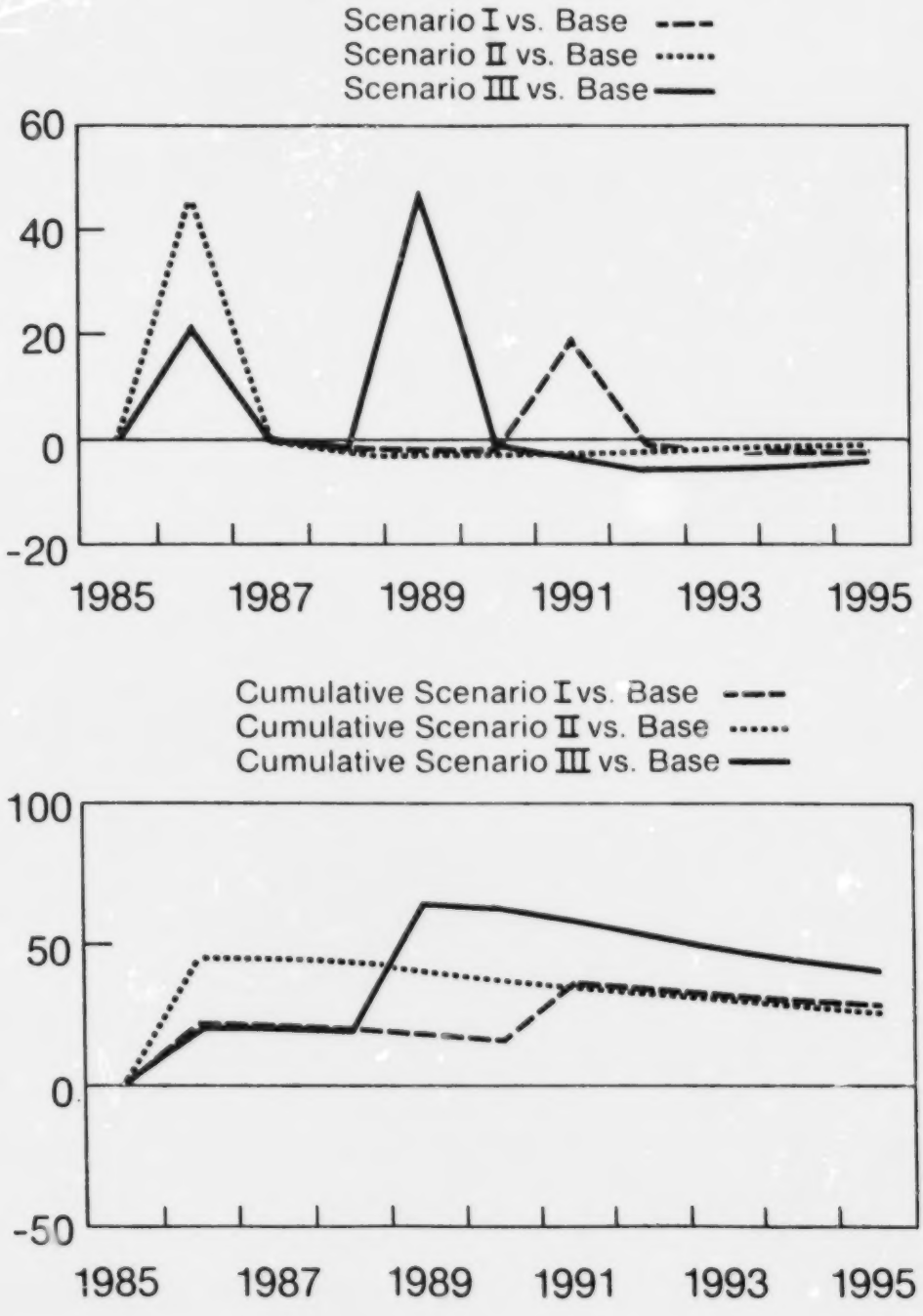


Consumer Price Index – Gasoline



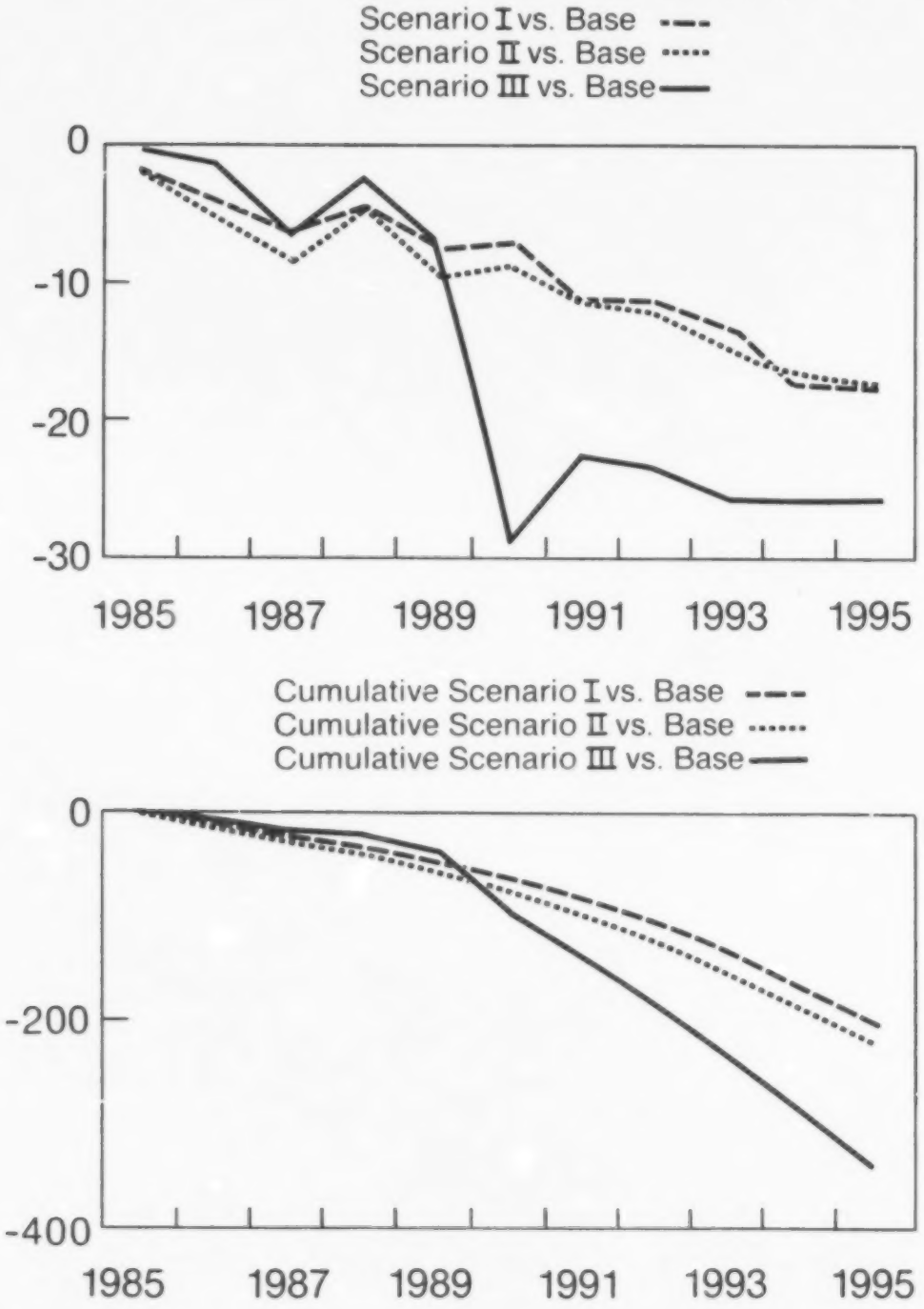
Source: Data Resources Inc.

Figure 7: Real GDP—Construction
(Millions of 1971 dollars)



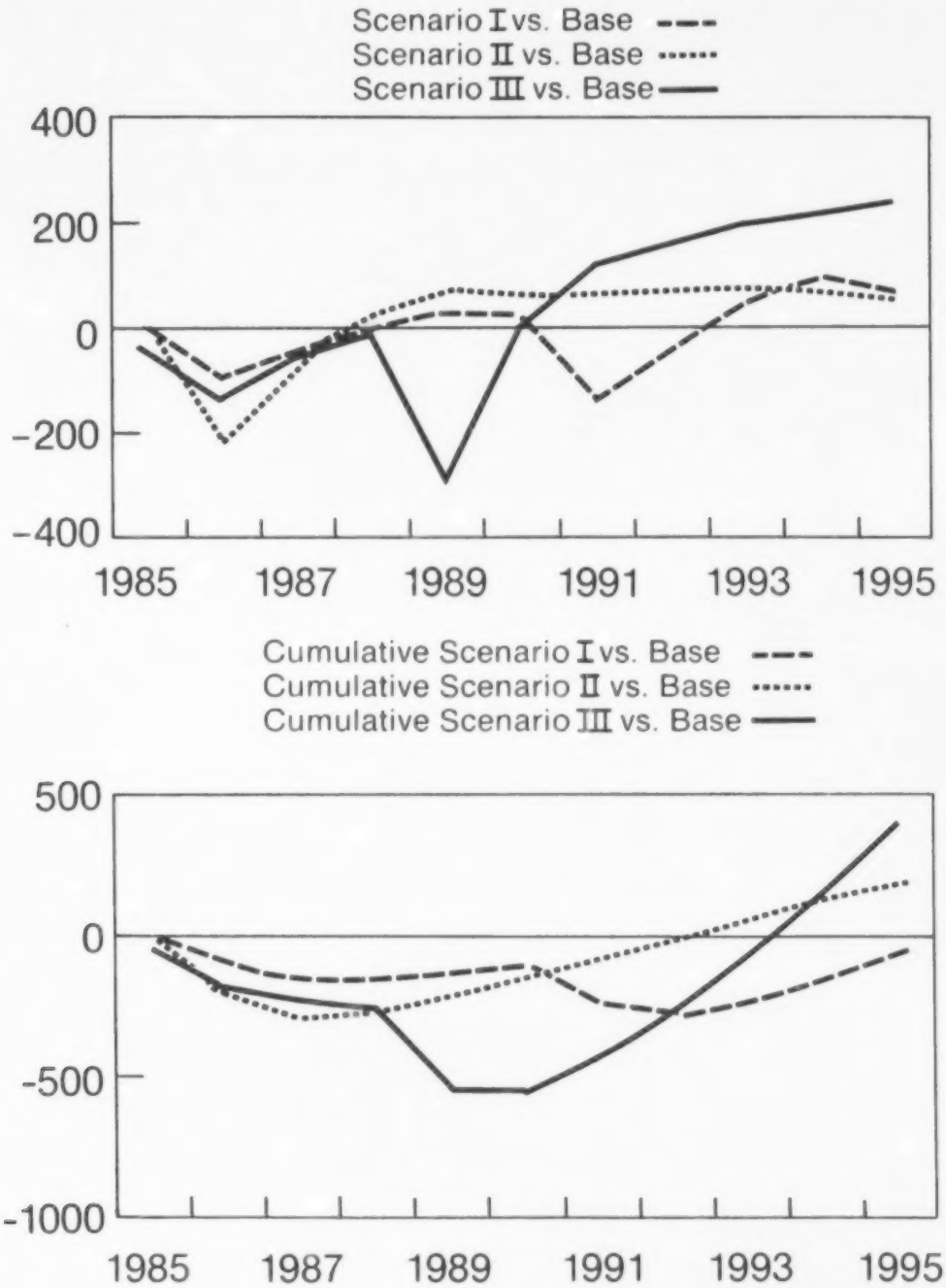
Source: Data Resources Inc.

Figure 8: Real GDP – Transportation Equipment
(Millions of 1971 Dollars)



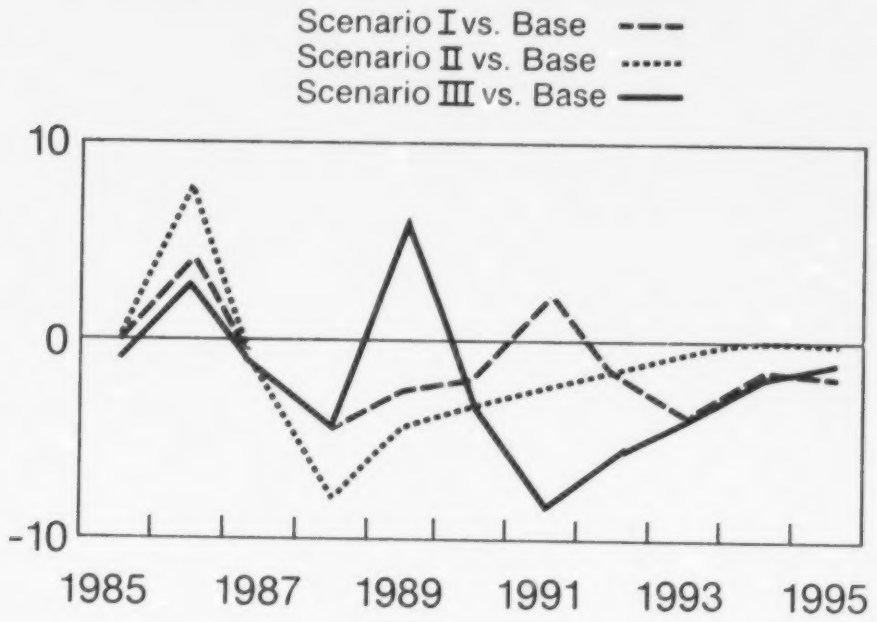
Source: Data Resources Inc.

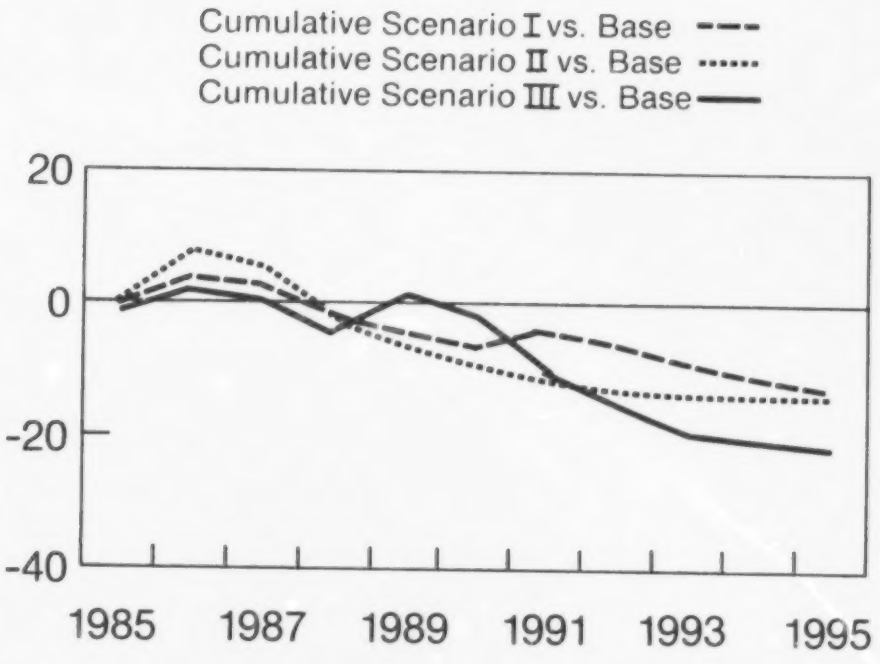
Figure 9: Current Account Balance
(Millions of Dollars)



Source: Data Resources Inc.

Figure 10: Employment (Thousands of Person Years)





Source: Data Resources Inc.

the base case represented by the expected evolution of the economy in the absence of the 1987 regulations or other interventions.

In sum, the changes in the national economy are quite minor, as are those in trade. They are not, however, particularly favorable. Any justification for undertaking the changes should therefore be the expected gains in environmental quality and health, especially in children. We are unable to quantify these gains. To do so would require firmer dose-response relationships than we have encountered.

(vi) Regional impacts. There are likely to be inequalities in the regional distribution of impacts. Regardless of the choice of scenario, the effect on Ontario is likely to be negative.

The direct impacts will arise from the partial or complete shut-down of the lead additive plants, both in Ontario. Also direct will be the impacts of refinery construction (likely to be mainly on expensive isomerization installations). DRI predict the addition of three to five such plants. Some refinery activity is likely to shift from Ontario and British Columbia into Alberta and Quebec, though we have estimates of impact in the case that this shift does not occur. In either case, and with all scenarios investigated, Ontario suffers a net loss of employment and real domestic product. Alberta and Quebec gain significantly if the refining shift does occur.

Ontario's problem arises largely from the losses sustained in the manufacturing sector, which is concentrated in the province. Automobile sales and housing starts are negatively affected.

On the other hand Ontario, Quebec and the Maritimes are likely to benefit more strongly than western Canada from reduction in automotive emissions.

Table VI shows the predicted sales of gasoline across Canada for the rest of the century.

The figures indicate that unleaded gasoline sales will grow more rapidly in the East than in the Prairies, where there are more old vehicles and agricultural equipment. It appears that the environmental quality improvements resulting from the phase-down are more likely to be felt in the East, where exposures to lead are also greatest.

Implications for Policy

What does this review suggest for future public policy directions? The fundamental question is clearly this: does the health evidence justify any further action beyond the 1987 regulations?

In answering this question the Commission has to make clear its own philosophy. Quite simply, it regards lead as a dangerous toxin whose dissemination throughout the environment by mobile sources should be curbed. Our inability to prove harm from such disseminated lead is not proof of safety. Our strategy has to be to minimize the risk of harm.

On the other hand lead is also an invaluable material. Its wide dissemination arises from its usefulness. In the present context, lead additives have for sixty years increased the efficiency of gasoline fuels, and have saved a lot of energy. A substantial labour force makes its living from working with lead, and large capital investments make their work productive. So it is not a light matter to abandon a useful technology. Substitutes may be less effective and more costly, and may carry their own environmental penalties.

TABLE VI

Predicted Gasoline Grades by Region, based on the 1987 Regulations

(Thousands of Barrels per day)

	Prairies		Ontario, Quebec & Atlantic Provinces	
Year	Total sales	% unleaded	Total sales	% unleaded
1985	121.3	33	331.6	55
1990	115.7	62	322.4	77
1995	121.8	75	332.0	87
2000	126.6	79	346.0	92

Source: Data Resources Inc.

As the Commission has shown, emissions of lead to air have in fact been declining rapidly in the past decade. The largest contribution to this decline in Canada and the United States has probably been the substitution of unleaded gasoline for leaded, though all other sources of emission have also declined. At the same time there is evidence that blood lead levels have rapidly declined in the United States, and probably also in Canada. So matters are already improving.

The health evidence reviewed has so far revealed no firm indication that blood lead levels below 25 µg/dl do observable harm to any individual. Most Canadians, even in local hot-spots, have blood lead levels far below this value. A small fraction of children does appear, however, still to have blood lead levels above 20 µg/dl. The Commission believes that it would be wise to ensure that no child has a blood lead level above this value.

Although there is no firm evidence of harm to our population (other than those employed in the industry, and a few children who live in hot-spots), there are grounds for disquiet, and hence precautionary measures, and these grounds are growing stronger. These include clear evidence of altered biochemical and cellular effects, some of them at the limits of detection of lead (about 5 µg/dl). Included here are effects on the hematopoietic system. The Commission agrees that the effects of low levels of blood lead on the functioning of the hematopoietic system provide justification for reducing blood lead in the population to below 1985 levels.

Most recently it has become clear that in certain groups in US society there is an association between high blood pressure and high blood lead levels, and that the association between the two variables is valid down to very low lead levels. If established for Canadian society, this association will add to the case for lowering blood levels below 1985 values.

The Commission concludes that the reduction of permissible lead in leaded gasoline from prevailing levels of 0.44 g/l down to 0.29 g/l from January 1st, 1987, will have beneficial effects, by causing a further drop in blood lead in the Canadian population. It should go forward.

The parallel regulation concerning exhaust emissions of carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides will also be beneficial. Since all new light duty vehicles sold after September 1st, 1987 must use unleaded gasoline, this second regulation will be effective in converting the national fleet to almost fully unleaded status by 1997, especially in eastern Canada. This will also help lower blood lead levels in the Canadian population. It will still allow the use of leaded fuel to the heavy duty fleet, and to marine, aviation and agricultural users.

The Commission warns, however, that a continuance of the present incidence of misfueling (estimated at 13 per cent of sales nationally), or its worsening, will seriously jeopardize the success of the second set of 1987 regulations. It urges the Government of Canada to bring misfueling to an end, either by enforcement of regulations at the gas station, or by equalizing prices of leaded and unleaded gasoline. It prefers the former method. It realises that provincial jurisdiction is to some extent involved in both cases.

The reductions in blood lead level achieved by these 1987 regulations will, in the opinion of the Commission, be sufficient to protect almost all segments of the Canadian population against the known harmful effects of lead exposure. There may be exceptions in certain urban hot-spots, and among the industrially-exposed labour force (whose problems we have not considered).

The Commission cannot, however, rule out the possibility that harmful effects will be established at blood lead levels below 25 µg/dl, by the research now in progress. This is possible, for example, in the case of neurodevelopment

in children, effects on the hematopoietic system, and in several other areas. If firmly established at such levels for the Canadian population, the blood pressure blood lead relationship will merit action.

If the Government of Canada seeks even stronger safeguards for the population against these more hypothetical risks, Canada might follow the EPA standard by reducing lead in leaded gasoline to 0.026 g/l effective January 1st, 1990, which we regard as feasible. An early decision would be needed, however, because this will call for changes in the pattern of investment that has been undertaken to meet the less stringent 1987 regulations. The added cost to the consumer of this safeguard will be of the order of one cent per litre above the cost of the 1987 regulations.

The estimates we have given suggest that the cost of the 1987 regulations is reasonable, and disruptions to the economy by either of two scenarios quite minimal. There will, however, be regional disparities, with Ontario the major loser, and Alberta and Quebec probable winners. Costs to the consumer should be of the order of 1 cent to 1.6 cent per litre in 1983 dollars, depending on how the costs are allocated.

On the other hand, the cost of proceeding directly to the 0.026 g/l option will also be quite small by comparison with GNP. The additional capital cost (to be completed before 1990) is estimated at a maximum of $800 million (1983 dollars), with an additional $445 million in annual operating costs, in both cases over 1985 costs. These translate into a probable rise in cost of gasoline to the consumer of a little over 2 cents per litre.

The Commission believes that for the time being, Canada should leave open all acceptable sources of octane for gasoline. MMT, in particular, is likely to play a significant role in meeting octane targets. The Commission will

examine the health implications of these additives in a supplementary report to be completed as early as possible.

Possible future developments in automotive engine design and technology may have significant implications for fuels and additives. An early priority of the Commission will be an examination of these possibilities and their consequences for human health. The Commission will pursue these enquiries with or without the cooperation of the automotive industry.

APPENDIX 1

Levels of Blood Lead (µg/dl) in Surveys in Canada

Area	Year	Age Group	Males Mean	Males %>20	Males %>25	Males %>40	Females Mean	Females %>20	Females %>25	Females %>40	Both Sexes Mean	Both Sexes %>20	Both Sexes %>25	Both Sexes %>30	Both Sexes %>40
Montreal (P.Q.)	1973	0-2				8.1				7.8					8.0
		2-4				8.7				6.8					7.9
		4-6				3.4				0.0					2.1
Halifax (N.S.)	1973	Children													1.1
Toronto (Ont.)	1973	0-15 sample 1										27.0			20.1
		0-15 " 2										28.0			13.0
		0-15 " 3										19.0			1.0
		Adults " 4								0.5					
Trail (B.C.)	1975	1-3									22.0	56.2		18.6	4.1
		Grade 1									22.0	58.4		15.1	0.9
		Grade 9									11.0	4.3		1.4	1.4
		Adult smokers					11.6								
		" nonsmokers					11.6								
Nelson (B.C.)	1975	1-3									14.0	7.3		0.0	0.0
		Grade 1									11.0	10.4		2.1	0.0
		Grade 9									10.0	1.0		0.0	0.0
		Adult smokers	12.4				12.1								
		" nonsmokers	12.1				11.1								
Kamloops (B.C.)	1977	2-3									10.8	5.5			
		4-6									11.6	6.5			
		7-9									11.0	5.6			
		10-12									12.4	9.7			
	1977	Cord blood									5.0				
	1978	Cord blood									5.0				
	1979	Cord blood									6.0				
	1980	Cord blood									4.0				
	1981	Cord blood									5.0				
	1982	Cord blood									4.0				
	1983	Cord blood									10.0				
Toronto: smelter area: Sth. Riverdale	1982	<6	14.3				13.6				14.0	13.3	3.0		
	1983	<6	15.4				16.2				15.8	18.6	4.3		
	1984	<6	15.0	14.8	5.3		15.8	21.5	6.6		15.5	18.5	6.0		
Quebec: Evain	1984	Children									15.2				
Rouyn-Noranda	1984	Children									12.2				
Murdochville	1984	Children									17.2				
Rimouski	1984	Children									9.0				

APPENDIX II

ALLOCATION OF REFINERY OPERATING COSTS AND CAPITAL CHARGES TO GASOLINE SALES

	SCENARIO I	SCENARIO II
	(millions of 1987 dollars)	
Capital Investment	283	590
Annual Costs		
Capital Charges	59	124
Raw Material and Operating Costs	140	271
TOTAL Refinery Cost	199	395
Allocation of Refinery Cost		
To Motor Gasoline	126	249
To Other Light Products	73	146
Cost/Price increase of Gasoline	cents per litre--1987	
Direct Refinery Cost	0.4	0.8
After Tax Retail Price	0.5	1.0

	SCENARIO III
	(millions of 1990 dollars)
Capital Investment	1,070
Annual Costs	
Capital charges	224
Raw Material and Operating Costs	659
TOTAL Refinery Cost	883
Allocation of Refinery Cost	
To Motor Gasoline	503
To other Light Products	380
Cost/Price increase of Gasoline	cents per litre--1990
Direct Refinery Cost	1.7
After Tax Retail Price	2.1

N.B. Depreciation is 7 per cent per annum. The industry return on capital for 1987 and 1990 is 14 per cent per annum.

APPENDIX III

Biographical Sketches of Commissioners, Staff and Consultants

COMMISSIONERS

GORDON C. BUTLER was Director, Division of Biological Sciences, National Research Council 1972-78 (to which he is now a consultant), and Vice-Chairman of the Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality. He is a member of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), and President of the International Foundation for Science. He is a Fellow of the Royal Society of Canada.

WILLIAM H. GAUVIN is President of William H. Gauvin Technologies Inc., and Auxiliary Professor of Chemical Engineering, McGill University. He was Director of Research and Development, Noranda Mines, Ltd, 1970-82. He spent two terms on the Science Council, served on the Board of McGill University (1972-82) and is a former President of the Chemical Institute of Canada. He is a Companion of the Order of Canada, and a Fellow of the Royal Society of Canada.

F. KENNETH HARE is Provost of Trinity College in the University of Toronto, where he is University Professor in Geography. In 1972-73 he was Director-General of Research Coordination in Environment Canada. At various times he has chaired Canadian enquiries into nuclear waste disposal, acid deposition and nuclear winter (chiefly for the Royal Society of Canada, of which he is a Fellow). He is an Officer of the Order of Canada, and President-elect of Sigma Xi.

WILLIAM J. KEOUGH is Consultant to Seneca College. He was Vice-President and General Manager for Refineries and Engineering, Esso Petroleum Canada, 1976-83, and earlier Western Hemisphere Supply Manager for Exxon Corporation, New York. He is a Member of the Association of Professional Engineers of Ontario, and a Governor and Treasurer of Hillcrest Hospital, Toronto. He is an active pilot.

LUCIANO C. NERI is Professor of Epidemiology and Community Medicine, University of Ottawa, and a member of the NHRDP Review Committee no. 3 on Environmental Toxicology. He led a survey of lead levels in Trail, B.C., in 1975, and has also worked in public health in Italy and Venezuela. He is a Fellow of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada, and a charter member of the Society for Environmental Geochemistry and Health.

H. ROCKE ROBERTSON is former Principal and Vice-Chancellor of McGill University (1962-1970) and Surgeon-in-Chief of the Montreal General Hospital (1959-1962). He served as Chairman of the Province of Ontario Committee on the Effect on Human Health of Lead from the Environment, 1974. He is a Fellow of the Royal College of Surgeons of Edinburgh, and of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada (of which he is Honorary Archivist). He is a Companion of the Order of Canada, and a former member of the Science Council and the National Research Council.

PAMELA M. STOKES is Director, Institute for Environmental Studies, and Professor of Botany, University of Toronto. She has worked in numerous aspects of aquatic biology, chiefly as regards metals cycling through ecosystems. Recently she has served on the Royal Society of Canada/National Academy of Sciences Joint Committee on Acid Precipitation. She is a member of the Advisory Committee of the Canadian Centre for Toxicology, the Science Advisory Committee of Pollution Probe, and the SCOPE Committee on Metals Cycling in the Biosphere.

STAFF

MARCUS C.B. HOTZ is on assignment to the Commission from the Treasury Board of Canada Secretariat. He was formerly Director of Integrated Programs for Environment Canada, and from 1977 to 1980 was Head of Program Development of the civilian science and environment programs of the North Atlantic Treaty Organization. He was a member of the United Nations Environment Program's Panel on Energy and the Environment. He is a Fellow of the Chemical Institute of Canada and served two terms as a director of the Electrochemical Society.

CONSULTANTS

SERGIO FACCHETTI is chief of the Radiochemistry and Nuclear Chemistry Division at the Commission of the European Communities Joint Research Centre at Ispra, Italy, where he is Principal Investigator of the Isotopic Lead Experiment. He is Professor at the University of Pavia and is a member of the US EPA Committee on Air Quality Criteria for Lead. He holds the Gold Medal of the Italian Chemical Society, and has been awarded the United Nations Industrial Development Organization's Certificate of Merit.

DAVID HEWITT is Professor in the Department of Preventive Medicine and Biostatistics at the University of Toronto, and since 1975 has served as Coordinator of Graduate Studies in Community Health. His research has included studies of health hazards related to air pollution, obstetric radiography, uranium mining, and lipid constitution. He is a founding Fellow of the American College of Epidemiology.

JOHN F. JAWORSKI is currently with the Industrial Research Assistance Program of the National Research Council of Canada. Until recently he was a member of the Council's Division of Biology, where he worked on the toxicology of heavy metals. He participated in the activities of the NRC Environmental Secretariat and was author of its 1978 report on Lead in the Environment. He also served on the Federal government's interdepartmental Committee on Lead in Gasoline.

H. MITCHELL PERRY, JR. is Professor of Medicine and Director of the Hypertension Division at Washington University, St. Louis, Missouri. He is currently Physician-Coordinator for Hypertension for the US Veterans Administration, member of the NIH Joint National Committee for the detection, evaluation and treatment of blood pressure, and a member of the National Hypertension Program's Coordinating Committee. He is a member of the American College of Physicians and the American College of Cardiology. Dr. Perry has worked extensively on the effects of lead and cadmium on blood pressure.

PETER L. ROSENBAUM is Professor in the Faculty of Health Sciences at McMaster University. His clinical, research and teaching interests are in developmental pediatrics, particularly with children with neuromotor disabilities, and their families. Before his appointment at McMaster, Dr. Rosenbaum was at the Hospital for Sick Children in Toronto and the Institute of Child Health in London. He is a Fellow of the Royal College and Physicians and Surgeons of Canada.

LA SOCIÉTÉ ROYALE
DU CANADA

DU PLOMB DANS L'ESSENCE
ÉTUDE POUR UNE POLITIQUE AU CANADA

LA COMMISSION D'ÉTUDE DU PLOMB DANS L'ENVIRONNEMENT

SEPTEMBRE 1985

LA SOCIETE ROYALE DU CANADA

DU PLOMB DANS L'ESSENCE

ÉTUDE POUR UNE POLITIQUE AU CANADA

RAPPORT PROVISOIRE

COMMISSION D'ÉTUDE DU PLOMB DANS L'ENVIRONNEMENT

LE 30 SEPTEMBRE 1985

© Ministre des approvisionnements et Services Canada 1985
N° de cat. En 40-332/1985F
ISBN 0-662-93470-9
IMPRIMERIE BEAUREGARD LTÉE

OFFICE OF THE PRESIDENT

THE ROYAL SOCIETY OF CANADA
LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

CABINET DU PRÉSIDENT

Le 30 septembre 1985

L'honorable Thomas McMillan, C.P., député,
Ministre
Environnement Canada
Terrasses de la Chaudière
Ottawa, K1A 0H3

Monsieur le Ministre,

Conformément aux termes de notre contrat avec votre ministère, j'ai l'honneur de vous faire tenir le rapport provisoire de la Commission de la Société royale du Canada sur le plomb dans l'environnement. Des réviseurs de la Société et des critiques ont révisé les brouillons de ce document.

Quoique les conditions de ce contrat demandent que la Société étudie tous les aspects du plomb dans l'environnement, sauf pour le plomb au lieu de travail, ce rapport provisoire traite uniquement de la question du plomb dans l'essence. La Commission s'est penchée sur ce problème pendant ses premiers huits mois d'existence afin de vous fournir ses vues dans le plus court délai.

Nous avons aussi inclus dans le rapport les conclusions fermes auxquelles nous sommes arrivés sur la plupart des points. Toutefois, nous n'avons pas encore approfondi les conséquences sur l'environnement et la santé si on lui substituait des octanes provenant d'autres sources. Nous nous proposons de traiter de ces conséquences dans un rapport supplémentaire qui vous parviendra le plus tôt possible.

La Société est heureuse d'avoir pu conseiller le gouvernement et nous espérons que ce rapport lui sera utile.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de mes respectueux hommages.

Le Président

Alexander G. McKay

344 rue Wellington
Ottawa, Ontario K1A 0N4

THE ROYAL SOCIETY OF CANADA LA SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA

COMMISSION ON LEAD IN THE ENVIRONMENT
COMMISSION D'ÉTUDE DU PLOMB DANS L'ENVIRONNEMENT

241 Jarvis Street, Toronto, Ontario, Canada M5B 2C3 • Telephone (416) 973-7512 or 973-6530
Telex: 06-986391

Le 30 août 1985

M. Alexander G. McKay, s.r.c.,
Président,
La Société Royale du Canada,
344, rue Wellington,
Ottawa (Ontario)
K1A ON4

Cher monsieur McKay,

J'ai le plaisir de vous présenter le rapport provisoire de la Commission d'étude du plomb dans l'environnement de la Société Royale du Canada. Comme vous le savez, ce rapport doit, d'après notre contrat, être remis le ler septembre 1985.

Au cours de la dernière année, le ministre de l'Environnement a demandé l'avis de la Commission en ce qui a trait au plomb dans l'essence. Afin de donner immédiatement des réponses à certaines questions pressantes dans ce domaine, la Commission s'est concentrée au cours de sa première année d'existence sur la question du plomb dans l'essence; son rapport provisoire traite exclusivement de cette partie de l'enquête. Il va sans dire que des travaux importants sont en train dans d'autres domaines. Ces activités se poursuivront pendant la deuxième année de nos opérations. Nous ferons un rapport complet de nos observations d'ici le ler septembre 1986.

Bien à vous,

F. Kenneth Hare, s.r.c.
Président

TABLE DES MATIÈRES

Page

Lettre du président de la Société Royale du Canada au ministre de l'Environnement.....i

Lettre du président de la Commission au président de la Société Royale.....ii

Mandat.....vii

Commissaires, consultants et personnel scientifique.....ix

Appréciation du président: Résumé et conclusions.....xi

Acronymes, sigles et abréviations.....xxii

****

Avant-propos.....1

Questions essentielles.....2

Modifications des émissions de plomb observées dans l'atmosphère.....6

Emissions futures du plomb.....13

Effets sur la santé: questions générales.....16

Niveaux de concentrations sanguines en plomb au Canada.....18

Effets sur la santé de l'exposition à de faibles teneurs en plomb..... 21

i) sur le système hématopoïétique (régulation sanguine) et les processus cellulaires apparentés.....21

ii) le système nerveux: effets neuropsychologiques et neurobehavioristes.....24

iii) autres effets potentiels.....27

iv) la tension artérielle.....29

v) le problème des "points chauds".....30

Technologie et coûts de la réduction des teneurs en plomb dans l'essence.....32

Répercussions économiques de l'élimination progressive du plomb.....39

i) coûts supplémentaires de fonctionnement pour les raffineries.....39

ii) coûts de l'essence pour le consommateur.....39

iii) choix de techniques par les raffineries.....41

iv) répercussions sur les industries des antidétonants et du plomb.....42

v) répercussion sur l'économie canadienne globale.....43

vi) répercussions régionales.....52

Conséquences politiques.....54

****

Annexe I Concentrations sanguines (ug/dl) observées au cours d'enquêtes effectuées au Canada.....59

Annexe II Frais en immobilisation et d'opérations de la raffinerie attribués au prix de vente de l'essence.....60

Annexe III Brève biographie des commissaires, du personnel scientifique et des consultants.....61

****

LISTE DES TABLEAUX

I Emissions de plomb au Canada en 1970 et en 1982.....7

II Prévision des émissions de plomb au pays en fonction de deux normes.....14

III Distribution des concentrations sanguines en plomb d'après l'endroit de résidence chez des enfants ontariens âgés de six ans ou moins, 1984.....19

IV Coût type des sources d'octane (1985).....34

V Evaluation des frais supplémentaires encourus (investissements et raffinage) pour trois scénarios.....40

VI Proportion des ventes d'essence sans plomb par région.....53

LISTE DES FIGURES

1 Estimation des émissions de plomb par les véhicules automobiles (1928 - 2003).....8

2 Emissions de plomb par les véhicules automobiles au Canada Estimations de l'APCE et d'Environnement Canada (1968 - 2000).....9

3 Tendance de la moyenne géométrique annuelle des concentrations de plomb.....10

4 Relation entre le plomb consommé dans l'essence et la moyenne géométrique annuelle des concentrations de plomb trouvées à l'ensemble des postes canadiens de surveillance de la pollution atmosphérique (1975 - 1983).....12

5 Produit national brut, scénarios I, II et III.....46

6 Indice du prix à la consommation, scénarios I, II et III.....47

7 Produit domestique brut réel, construction, scénarios I, II et III.....48

8 Equipement de transport, produit domestique brut, scénarios I, II et III.....49

9 Balance des comptes courants, scénarios I, II et III.....50

10 Emploi (nombre total en années-personnes), scénarios I, II et III.....51

MANDAT

COMMISSION D'ÉTUDE DU PLOMB DANS L'ENVIRONNEMENT

But

Donner au ministre de l'Environnement un avis indépendant sur les questions préoccupantes et les dangers actuels et futurs dus à la présence de plomb dans l'environnement canadien.

Envisager et proposer, selon les cas, des mesures correctives visant à réduire les dangers du plomb pour l'environnement et la santé. Ces mesures peuvent être adoptées par le ministre de l'Environnement seul ou en collaboration. Les effets du plomb sur les lieux de travail sont spécifiquement exclus du présent mandat.

Considérations

Pour remplir ces objectifs, la Commission fera un rapport sur les sujets suivants:

1. a) l'origine des émissions de plomb au Canada et leurs contributions relatives;

   b) les voies de pénétration du plomb dans l'environnement canadien et les modes et intermédiaires de transport du plomb dans l'environnement et vers l'humain;

   c) la toxicité du plomb;

   d) l'exposition potentielle ou réelle des cibles humaines et environnementales au Canada et les dangers encourus;

2. a) le cas échéant, les mesures correctives pratiques visant à réduire les dangers liés au plomb selon la revue et l'évaluation faite par la Commission des répercussions de la présence de plomb sur l'environnement et l'humain;

   b) les répercussions, sur l'économie, la technique, la société (aux endroits touchés) et l'emploi, des réductions des émissions de plomb de toute origine et des expositions qui s'ensuivent (entre autres, les répercussions de l'élimination du plomb dans l'essence).

Durée de l'étude et rapports

La Commission siégera pendant trois ans; elle remettra un rapport provisoire pour le 1er septembre 1985 sur l'orientation de la revue et les observations effectuées; finalement, elle déposera un rapport final comprenant ses recommandations pour le 1er septembre 1986. La Commission siégera encore une autre année pour recueillir les commentaires sur son rapport, les revoir et faire des recommandations à leur sujet.

Le public pourra se procurer le rapport provisoire et le rapport final de la Commission.

Le public pourra aussi se procurer tous les écrits soumis à la Commission, sauf ceux qui, selon la personne qui les dépose, contiennent des renseignements d'affaires d'ordre confidentiel.

COMMISSAIRES, CONSULTANTS ET PERSONNEL SCIENTIFIQUE

COMMISSAIRES

Gordon C. Butler
Wiliam H. Gauvin
F. Kenneth Hare, président
William J. Keough
Luciano C. Neri
H. Rocke Robertson
Pamela M. Stokes, vice-présidente

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

Marcus C.B. Hotz

CONSULTANTS

Sergio Facchetti
David Hewitt
John F. Jaworski
Mitchell Perry

CONSULTANT MEDICAL EN CHEF
Peter I. Rosenbaum

CONSULTANT EN SECOND
Carol Murray

INSTITUTIONS CONSULTANTES
Data Resources of Canada Inc.
Environmental and Social Systems Analysts Ltd. (ESSA) et
l'Institut pour l'Etude de l'environnement, Université de Toronto
Friends of the Earth
South Riverdale Community Health Centre

La Commission remercie ses consultants de l'aide apportée. Elle a été influencée par leurs avis sans les avoir pour autant acceptés.

GERANTE DE LA COMMISSION

Margaret C. Grisdale

SECRETAIRE POUR LE PROJET

Angelica C. Devito

APPRÉCIATION DU PRÉSIDENT

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

APPRÉCIATION DU PRÉSIDENT

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS*

La Commission a pour tâche (voir son mandat à la page vii) de conseiller le ministre de l'Environnement et, par son entremise, le gouvernement du Canada sur la position à prendre relativement au plomb dans l'environnement. Etant donné que les émissions de plomb proviennent en grande partie des véhicules automobiles, la Commission a jugé bon de traiter uniquement de cette question dans son rapport provisoire.

A cause de l'utilisation persistante de l'essence au plomb, chaque année, 6000 tonnes de plomb sont émises dans l'atmosphère de régions peuplées, surtout celles où la circulation est dense. Il s'agit pourtant là d'une réduction prononcée depuis 1973 lorsque les émissions atteignirent 14,000 tonnes; toutefois on craint toujours des atteintes à la santé, surtout chez les jeunes enfants.

1. La Commission n'est cependant pas certaine que la menace implicite posée par l'essence au plomb soit une cause répandue d'angoisse. Beaucoup de canadiens (c.-à-d. environ 13%) continuent d'alimenter à tort leur véhicule en essence au plomb sans se préoccuper des conséquences sur la qualité de l'air. Ce n'est que dans certains "points chauds" et parmi des groupes d'intérêt public que beaucoup de gens ont exprimé de profondes craintes et revendiqué des mesures plus poussées. (p.5)

---

*Les conslusions et les recommandations sont numérotées. Les chiffres dans la marge de droite indiquent la page correspondante dans le corps du texte.

EFFETS SUR LA SANTÉ

Il n'y a aucun doute que le plomb soit une toxine dangereuse. Lorsque les gens sont exposés à des quantités suffisantes de cette substance, soit par les aliments, soit par l'air absorbé, leur concentration sanguine en plomb peut s'élever à plus de 25 microgrammes par décilitre (ug/dl), le niveau de sécurité accepté dans plusieurs juridictions. Lorsque des concentrations sont suffisamment élevées, les symptômes évidents de l'empoisonnement au plomb (saturnisme) apparaissent.

La Commission s'est posée les questions suivantes pour arriver aux conclusions énoncées ci-dessus: les données nouvelles indiquent-elles un danger réel pour des concentrations sanguines en plomb inférieures à 25 ug/dl? Le cas échéant, les règlements de 1987 suffisent-ils à protéger la population canadienne? Ou des mesures plus strictes sont-elles nécessaires? Comme l'indiquent les conclusions 14 et 16, nous croyons que les règlements de 1987 sont bel et bien suffisants mais qu'il peut y avoir place à des mesures plus strictes. Après avoir revu les données existantes, la Commission conclut que:

> 2. Les effets de faibles concentrations sanguines en plomb sur le fonctionnement du système hématopoïétique justifient à eux seuls la réduction des concentrations sanguines en plomb de la population à une valeur plus basse que celles de 1985. (p.24; 21-30)

Il est bien connu que les plus faibles concentrations sanguines en plomb observables (environ 5 ug/dl) perturbent la synthèse de l'hème et les aspects connexes du processus oxyphorique et d'autres fonctions du sang. La Commission croit que cela justifie les précautions prises pour maintenir les concentrations sanguines à de faibles valeurs, bien qu'on n'ait pas encore prouvé que ces concentrations ont une action délétère. Le système hématopoïétique interagit

avec beaucoup d'autres systèmes biochimiques et physiologiques importants. La perturbation du système hématopoïétique peut donc affecter beaucoup de fonctions organiques mais l'étendue de ces effets n'est pas encore complètement prouvée. Les conclusions suivantes indiquent certains de ces manques. En ce qui a trait aux effets cliniques spécifiques chez les enfants, la Commission trouve que:

3. Les données laissent supposer qu'il y a une relation entre les difficultés d'apprentissage ainsi que les effets sur le comportement des enfants et l'existence chez eux de concentrations organiques élevées en plomb. Toutefois, à des concentrations inférieures à 25 ug/dl, les effets neuropsychologiques et comportementaux semblent légers lorsqu'il y en a. Il faut insister sur le fait que la teneur de 25 ug/dl n'est absolument pas une valeur magique. Nous l'avons simplement utilisée parce qu'elle est présentement la valeur d'intervention dans certaines juridictions y compris le Canada. Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit pas d'un seuil en deçà duquel aucun effet n'est observé. (p.26-27)

4. On n'a pas encore trouvé de données concluantes sur les effets neurophysiologiques sur le cerveau de faibles teneurs organiques en plomb. (P. 27)

5. On n'a encore trouvé aucune donnée concluante sur les effets tératogènes sur l'embryon des concentrations sanguines inférieures à 25 ug/dl. (p. 28)

6. Aucun effet biologique direct du plomb sur la croissance n'a été établi; pour ce faire, il faudrait des études à long terme bien planifiées. (p. 28)

La Commission a noté l'analyse épidémiologique formidable du 2e inventaire du National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES II) effectuée aux Etats-Unis par le Environmental Protection Agency (EPA) et les Centers for Disease Control (CDC) des Etats-Unis. Chez des sujets mâles âgés de 40 à 59 ans, ces études établissent une corrélation entre les concentrations sanguines en plomb et la tension artérielle, même en tenant compte d'un grand nombre de variables perturbatrices.

7. La Commission accepte les corrélations rapportées entre les concentrations sanguines en plomb et la tension artérielle mais, après en avoir revu les critères de causalité, elle croit qu'un lien causal ne saurait être tiré avec assurance des données publiées. En l'absence d'un tel lien, il serait prématuré d'évaluer à partir des données en question les économies en termes de vie et de santé que pourrait amener toute réduction de la concentration sanguine en plomb. (p. 29-30)

Quoique aucun de ces domaines de recherche n'a encore confirmé de façon positive les effets cliniques, ils ont amplement démontré que le plomb modifie le comportement de certains systèmes importants du corps. La Commission conclut donc que:

8. Des concentrations sanguines de plomb considérées auparavant comme sécuritaires altèrent ou perturbent certaines voies métaboliques et certains systèmes enzymatiques ayant une fonction cellulaire essentielle. (p. 23-30)

Il n'est pas encore certain si toutes ces altérations ou perturbations sont réellement délétères, même pour les enfants, mais les parents entre autres, ont été alarmés par ces observations. La plupart des effets possibles décrits ci-dessus restent cependant à prouver complètement. Le diagnostique des effets délétères dépasse beaucoup maintenant la simple observation de symptômes cliniques et s'appuie davantage sur des tests biochimiques sensibles; ces derniers n'ont pas encore été appliqués assez souvent pour assurer une certitude quant à l'interpretation des resultats.

La Commission se rend compte que plusieurs groupes d'intérêt publiques et des groupes communautaires ont accepté les résultats des études qui nous portent aux conclusions nos. 3 à 7. Néanmoins, elle conclut que les données ne prouvent pas les dommages véritables, bien qu'ils justifient les mesures de précaution.

Les renseignements concernant les concentrations sanguines en plomb de la population canadienne ne sont pas satisfaisants mais ils laissent supposer que la plupart des personnes ont des concentrations sanguines bien inférieures à 25 ug/dl et que ces teneurs sont en baisse. Néanmoins, il existe certains "points chauds" surtout dans les régions urbaines voisines des fonderies et des affineries de plomb et dans les zones où la circulation est dense; à ces endroits, une proportion troublante d'enfants ont des concentrations sanguines élevées dépassant 20 ug/dl et, dans quelques cas, 25 ug/dl.

9. Un contrôle plus étendu des concentrations sanguines en plomb chez la population canadienne doit être institué et la recherche sur la relation entre la santé chez l'humain et de faibles concentrations sanguines en plomb doit être stimulée. (p. 20)

10. La Commission s'inquiète de l'opinion voulant que la réduction du plomb dans l'essence, donc des émissions ayant cette origine, résoudra les problèmes qui restent (dans les points chauds). Nous ne croyons pas que cela soit le cas. Selon la Commission, la diminution des teneurs en plomb imposée par les règlements de 1987 aidera à réduire la charge en plomb chez les enfants (entre autres) résidents des points chauds; cependant, dans les zones les plus affectées, d'autres mesures peuvent être nécessaires (par exemple, le remplacement du sol). Il serait sage de s'assurer que, au Canada, aucun enfant n'a une concentration sanguine supérieure à 20 ug/dl. (p. 31-32) (p. 55)

LES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET INDUSTRIELLES

La Commission appuie la position du gouvernement du Canada qui a introduit deux nouvelles mesures devant prendre effet en 1987: un règlement réduisant la teneur admissible en plomb dans l'essence à compter du 1er janvier et un autre sur les émissions des pots d'échappement qui, à compter du 1er septembre, forcera l'emploi de convertisseurs catalytiques (et par conséquent, d'essence sans plomb) dans les nouveaux véhicules légers, surtout les automobiles.

La Commission a considéré la capacité des raffineries de satisfaire aux exigences des règlements de 1987 et elle a demandé l'avis de consultants en économie au sujet de trois scénarios:

Scénario I — Teneurs en plomb de 0,29 g/l à compter du 1er janvier 1987, plus les nouveaux règlements de 1987 sur les gaz d'échappement. Investissements en 1986 et en 1992;

Scénario II — Comme au scénario I, mais tous les investissements sont faits en 1986; et

Scénario III — Teneurs en plomb de 0,29 g/l à compter du 1er janvier 1987, réduites à 0,026 g/l à compter du 1er janvier 1990, avec réglage du programme des investissements pour rencontrer les échéances.

L'Association pétrolière pour la conservation de l'environnement canadien (APCE) a fourni à la Commission une estimation des investissements et des coûts de fonctionnement nécessaires pour ces scénarios. Elle a trouvé que le coût au consommateur pour les divers scénarios variera entre 1,0 et 2,1 cents le litre (en dollars actuels); les coûts iront croissant du scénario I au scénario III. Comme ces coûts ont été évalués à partir des données de l'industrie, nous croyons qu'il s'agit de valeurs maximales.

Le problème est essentiellement de remplacer le plomb-tétraéthyle par d'autres sources d'octane: "reformage" et "craquage" plus rigoureux; changement de catalyseur, alimentation et/ou d'additifs; enfin, échange de produits entre raffineries. La Commission conclut que:

> 11. Une réduction de l'indice d'octane n'est pas actuellement une solution possible. (La Commission est venue à cette conclusion en l'absence absolue de renseignements venant de l'industrie de l'automobile qui (p. 32-35)

n'a pas daigné répondre à nos questions.) Il existe même des pressions pour faire augmenter le taux de compression et, par conséquent, l'indice d'octane, en grande partie parce que le gouvernement des Etats-Unis insiste sur l'économie de l'essence.

12. Il est nécessaire d'explorer plus à fond les répercussions des diverses sources d'octane sur le milieu et sur la santé. Pour l'instant, nous recommandons qu'il n'y ait aucune modification des règlements existants ayant trait aux substituts possibles; le Canada ne devrait écarter aucune source possible d'octane pour l'essence. (p. 36-58)

13. Les diverses raffineries devront s'adapter de différentes façons aux modifications imposées par les règlements de 1987 et à toutes les autres mesures. (p. 35)

On devra porter une attention particulière aux additifs de remplacement - par exemple, le méthylcyclopentadiénylmanganèse tricarbonyle (MMT) - dont les répercussions sur la santé ont fait l'objet de questions. Malgré tout, l'industrie insiste pour continuer de l'utiliser. Les hydrocarbures aromatiques et les éthers crèent aussi des inquiétudes.

L'économie canadienne a bel et bien la capacité d'absorber le coût de tous ces scénarios qui entraîneront cependant certaines conséquences: il y aura surtout des répercussions négatives sur les industries du plomb et des antidétonants à base de plomb. Ces dernières, qui sont concentrées en Ontario, seront éliminées progressivement (une usine est déjà fermée, la seconde est menacée de fermeture). Ayant consulté des économistes, la Commission conclut

que les autres répercussions économiques seront faibles, bien que défavorables. Il y aura des répercussions régionales importantes: l'Ontario devra subir une perte de production et d'emploi; les gains seront principalement répartis entre l'Alberta et le Québec. Nous n'avons pu chiffrer les avantages prévus pour la santé et la qualité du milieu. Toutefois, l'Ontario et l'Est du Canada tireront le plus avantage des améliorations apportées à l'environnement car plus de 70% des Canadiens vivent dans ces régions où les émissions de plomb sont concentrées.

Les différences globales de coûts entre les trois scénarios ne suffisent pas pour influer sur le choix de l'un ou l'autre d'entre eux; il est cependant évident que les industries du pétrole et du plomb seront affectées par ce choix.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'ESSENCE

> 14. La réduction de la teneur admissible en plomb dans l'essence, depuis la valeur actuelle de 0,44 gramme par litre (g/l) jusqu'à 0,29 g/l à compter du 1er janvier, 1987, aura des effets bénéfiques, elle doit avancer. D'autre part, le règlement parallèle touchant les émissions des pots d'échappement fera que presque tous les véhicules légers du pays, surtout dans l'est, fonctionneront à l'essence sans plomb d'ici 1997. (p. 56)

L'efficacité de ces règlements de 1987 dépendra des nouvelles mesures prises contre la pratique répandue d'alimenter en essence au plomb les véhicules munis de convertisseurs catalytiques. Le plomb détruit les convertisseurs et s'échappe dans l'environnement. La Commission insiste donc pour:

15. Que le gouvernement du Canada mette fin à cette situation, soit en appliquant le règlement aux postes d'essence, soit en fixant un même prix pour l'essence au plomb et l'essence sans plomb. Elle préfère la première méthode. Elle réalise que la juridiction provinciale est concernée, jusqu'à un certain point, dans les deux cas. (p.56-57)

Les règlements de 1987 accélèreront la réduction rapide des émissions de plomb qui se poursuit depuis 1973-74.

16. Les réductions des teneurs sanguines en plomb permises par les règlements de 1987 suffiront, selon l'avis des commissaires, à protéger presque toute la population canadienne contre les effets délétères connus de l'exposition au plomb. Il peut y avoir des exceptions dans certains points chauds urbains et parmi les travailleurs de l'industrie. (p. 57; 18-21)

Toutefois, la possibilité demeure que des effets dommageables pour des concentrations sanguines de plomb inférieures à 25 ug/dl soient exposés de façon convainquante par une recherche intensive en cours. Ceci, en plus du fait que l'industrie américaine s'adapte déjà à des diminutions plus rigoureuses du plomb dans l'essence, peut amener le public à demander avec instance des mesures plus énergiques.

17. Si le gouvernement du Canada cherche à protéger encore davantage la population contre ces dangers, qui sont plus ou moins hypothétiques, il pourrait s'aligner sur la norme de l'Environmental Protection Agency (EPA) des Etats-Unis et réduire la teneur en plomb de l'essence (p. 57; 21-24)

au plomb à 0,026 g/l à compter du ler janvier 1990; nous considérons qu'il s'agit de la date la plus rapprochée possible. Il faudrait cependant une décision rapide car on devrait modifier la répartition des capitaux investis pour satisfaire aux règlements moins stricts de 1987. Pour le consommateur le coût de cette sécurité serait de l'ordre de 1 cent le litre en sus de l'augmentation de coût due aux règlements de 1987.

La Commission n'a pas encore terminé son étude des conséquences sur la santé des additifs autres que le plomb ou des méthodes encore plus rigoureuses de raffinage. Ces études sont en cours, et un rapport supplémentaire sera présenté aussitôt que possible. Aussi, la Commission entreprendra prioritairement l'étude des changements possibles à la formation des moteurs d'automobiles - avec ou sans le concours de l'industrie de l'automobile.

le Président

.....

F. Kenneth Hare

ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ALAD	acide aminolévulinique-déshydratase
CDC	Centers for Disease Control (Etats-Unis)
ONGC	Office des normes générales du Canada
IPC	Indice des prix à la consommation
DRI	Data Resources Inc.
EEG	électroencéphalographie
EP	protoporphyrine érythrocytaire
EPA	Environmental Protection Agency (Etats-Unis)
PDB	Produit domestique brut
PNB	Produit national brut
g/l	gramme par litre
ILZRO	Organisation internationale de recherche pour le plomb et le zinc
MMT	méthylcyclopentadiénylmanganèse tricarbonyle
IOM	indice d'octane moteur
MTBE	éther méthyl-tert-butylique
NO_x	oxydes d'azote, mis à part l'oxyde nitreux
ug/dl	microgramme par décilitre (10^6/ gramme par 100 millilitres)
ug/m^3	microgramme par metre cube
umol/l	micromole par litre
NHANES II	Seconde étude portant le titre de National Health and Nutrition Examination Survey (E.-U.)
APCE	Association pétrolière pour la conservation de l'environnement canadien
IOR	indice d'octane route
E.-U.	Etats-Unis

LE RAPPORT

DU PLOMB DANS L'ESSENCE

ÉTUDE POUR UNE POLITIQUE AU CANADA

AVANT-PROPOS

La Commission a entrepris ses travaux en décembre 1984 en s'engageant à soumettre un rapport provisoire en septembre 1985 et un rapport final en septembre 1986. Voici le rapport provisoire promis.

A l'origine, le but de la Commission était de présenter une étude générale du plomb dans l'environnement afin, surtout, de pouvoir poser des questions capables de soulever des opinions. Cependant, l'urgence du problème du plomb dans l'essence a modifié ce plan car il était évident qu'il fallait remettre un rapport sur la question le plus tôt possible.

Par conséquent, notre première priorité a été l'examen des additifs au plomb dans l'essence, des émissions résultantes et de leurs effets possibles sur la santé. Nous avons cherché à découvrir l'opinion des collectivités et des groupes d'intérêt public ainsi que des gouvernements et de l'industrie. Nous avons donné notre appuie à un certain nombre d'ateliers exhaustifs sur l'industrie du pétrole (les 17 et 18 janvier, à Sarnia, Ontario), les industries du plomb et des additifs à plomb (le 18 février, à Toronto), les questions de santé (les 29 et 30 mars, à Ottawa) et l'industrie du plomb métallique (les 26 et 27 avril, à Toronto). Chacun des commissaires s'est efforcé d'établir les contacts nécessaires, et nous avons retenu l'aide de nombreux consultants.

Nous avons communiqué avec la plupart des groupes actifs dans le domaine. Finalement, nous avons reçu de nombreux renseignements, sous forme d'exposés

écrits et d'opinions. Toutefois, l'industrie de l'automobile n'a pas répondu à nos demandes de renseignements. Ce manque de coopération a entravé, et c'est le moins que l'on puisse dire, les travaux de la Commission, car les projets de l'industrie de l'automobile influent directement sur le marché des essences à différents indices d'octane.

Dans le présent rapport, nous avons tenté de mettre l'accent sur la façon dont les choses s'enchaînent: par exemple, les mesures visant à réduire les pluies acides peuvent avoir un effet important sur la question du plomb. L'obtention de bons résultats dépend d'une utilisation sensée de ces interdépendances et de ce qu'on appelle souvent une analyse fonctionnelle du problème.

QUESTIONS ESSENTIELLES

En 1987, le gouvernement du Canada mettra en vigueur deux nouveaux règlements concernant l'utilisation de l'essence au plomb:

a) modifiant l'essence utilisée par les véhicules automobiles. Les nouveaux règlements publiés dans la Gazette du Canada du 16 mai 1984 en vertu de la Loi sur la lutte contre la pollution atmosphérique réduisent de 0,77 g/l (gramme par litre) à 0,29 g/l la concentration admissible en plomb dans l'essence; ces règlements entreront en vigueur le 1er janvier 1987.

b) modifiant les gaz d'échappement des véhicules automobiles. Les nouveaux règlements, en vertu de la Loi sur la sécurité des véhicules automobiles et publiés dans la Gazette du Canada du 3 août 1985, limitent les émissions d'hydrocarbures, de monoxyde de carbone et de certains oxydes d'azote (NO_x). Pour

ce faire, l'installation de convertisseurs catalytiques est généralement nécessaire; c'est pourquoi les règlements exigent aussi l'utilisation d'essence sans plomb dans tous les véhicules légers à compter du ler septembre 1987 (c.-à-d. dans les modèles 1988). Des propositions visant à régir les poids lourds ont été publiées dans la Gazette du 10 août.

L'introduction de ces nouveaux règlements a soulevé une discussion acerbe sur leur utilité, leur faisabilité et leurs répercussions sur l'industrie et la santé publique. La Commission s'est efforcée de départager ces opinions afin de conseiller le gouvernement sur sa future politique.

Une des controverses porte sur le coût des nouveaux règlements de 1987 (nom sous lequel ils seront désignés ci-dessous). L'industrie de raffinerie du pétrole a allégué des coûts élevées, à la fois en dépenses d'investissement et en frais d'exploitation, pour se soumettre à la nouvelle norme de 0,29 gramme de plomb par litre dans l'essence au plomb. D'après l'énoncé du gouvernement canadien, il semblerait que les coûts réels soient beaucoup moindres. Les choses se sont compliquées lorsque l'Environmental Protection Agency (EPA) des Etats-Unis a annoncé son intention d'imposer une norme beaucoup plus stricte (0,026 g/l) à compter du ler janvier 1986. En effet, l'industrie a donc craint que la nouvelle norme canadienne soit rapidement périmée. L'incertitude s'est accrue à la suite de la mise en vigueur de normes sur les émissions des nouveaux véhicules automobiles à compter du ler septembre 1987.

Une deuxième controverse importante porte sur les conséquences de faibles concentrations sanguines en plomb sur la santé humaine. Les nouvelles normes canadiennes ont été suggérées par l'observation (en grande partie aux E.-U.) d'effets biochimiques, neurophysiologiques et autres chez l'homme, surtout chez

les enfants en bas âge et les nouveau-nés. Ces observations ont été fortement contestées, notamment par des associations industrielles comme l'Organisation international de recherche pour le plomb et le zinc (ILZRO) qui a présenté un exposé à la Commission. Ces associations, de même que d'autres témoins, ont allégué que les concentrations sanguines actuelles en plomb ou la quantité de plomb dispersée dans l'environnement font courir peu de risques à la population canadienne. Les groupes de pression locaux et nationaux prétendent le contraire.

Avant de s'attaquer à ces controverses, la Commission doit signaler que les mesures récentes prises par le gouvernement canadien ont déterminé en grande partie l'issue du problème. Les nouveaux règlements de 1987 vont, de toute façon, faire décroître rapidement la quantité de plomb dans l'essence. La première série de règlements (concernant le plomb dans l'essence) provoquera une baisse rapide des émissions de plomb en 1987. La deuxième série amènera une augmentation rapide du nombre de véhicules ne fonctionnant qu'à l'essence sans plomb. Ces deux séries de règlements vont vite réduire les émissions totales de plomb dans l'atmosphère à des niveaux qui ne se sont plus vus depuis les années 40. Ce n'était pas là le véritable objectif des normes sur les émissions qui visaient plutôt les émissions de NOx, qui jouent un rôle dans les pluies acides. S'il est vraiment souhaitable que les émissions de plomb soient faibles, le gouvernement du Canada s'est engagé dans la bonne direction, au moins en partie, car il avait aussi d'autres objectifs.

Les mesures prises aux Etats-Unis ont aussi précédé l'analyse de la Commission. Vu le flot de nouvelles observations indiquant que des concentrations sanguines en plomb bien inférieures à la concentration de 30 microgrammes par décilitre de sang (ug/dl), soit la concentration dite

habituellement "sécuritaire", causaient des modifications pathologiquesinternes chez des sujets humains, les Centers for Disease Control (CDC) ont abaissé la concentration sanguine admissible de 30 ug/dl à 25 ug/dl. Santé et Bien-être Canada a réagi de la même façon. Qui plus est, l'EPA a annoncé une nouvelle teneur maximale en plomb de l'essence de 0,026 g/l, qui entrera en vigueur aux Etats-Unis le ler janvier 1986. Avant même que la nouvelle norme canadienne de 0,29 u/l entre en vigueur, les Etats-Unis visent donc une teneur dix fois moins élevée.

Dans l'ensemble, nous ne sommes pas certains à quel point l'anxiété concernant la toxicité du plomb est répandue au Canada. La Commission partage avec diverses collectivités et groupes d'intérêt public l'opinion qu'il s'agit là d'un sujet d'inquiétude. Certaines des nouvelles observations relatives aux effets du plomb sur la santé sont troublantes. Toutefois, les groupes et les individus qui nous ont exhorté à prendre des mesures ne sont pas nombreux, et nous avons dû aller à la recherche de ces observations.

En outre, il semble que beaucoup de Canadiens accordent une faible priorité à la réduction des émissions provenant des véhicules automobiles. Bon nombre de conducteurs - probablement environ 13 p.100 font le plein avec une essence qui ne convient pas à leur véhicule en contournant les mesures préventives déjà existantes, afin d'économiser de l'argent et, d'après eux, d'améliorer les performances du moteur. Un récent sondage d'opinion publique sur l'industrie du pétrole et de l'essence, a indiqué de 43 p.100 des répondants n'acceptaient aucune augmentation du prix de l'essence pour améliorer le contrôle des émissions.

MODIFICATIONS DES ÉMISSIONS DE PLOMB OBSERVÉES DANS L'ATMOSPHÈRE

Les émissions de plomb dans l'atmosphère ont diminué récemment. Selon un inventaire fourni par Environnement Canada, 11,466 tonnes métriques de plomb ont été émises en 1982, dont 7278 tonnes (c.-à-d. 63 p.100) proviennent, d'après les estimations, de l'essence. Le tableau I montre les autres sources de plomb et présente les données équivalentes pour 1970. Les émissions par toutes les sources ont nettement diminué entre ces deux dates.

La figure 1 donne les valeurs passées et actuelles ainsi qu'une prévision des émissions futures de plomb provenant des automobiles au Canada pour la période de 1928 à 2003. Les émissions ont atteint un pic d'environ 14,000 tonnes métriques par année en 1973; depuis lors, elles ont diminué. A la figure 2, on compare les évaluations des émissions pour la période 1968 à 2000 faites par Environnement Canada et par l'Association pétrolière pour la conservation de l'environnement canadien (APCE). Les différences ne sont qu'apparentes. Il est évident que ces émissions ont remarquablement diminué au cours de la dernière décennie au Canada, soit depuis l'introduction de plus en plus répandue de l'essence sans plomb, depuis 1974. Au cours de la même décennie, la diminution a été encore plus précipitée aux Etats-Unis.

Les teneurs en plomb de l'atmosphère ont également diminué de façon marquée aux stations canadiennes de surveillance de la pollution atmosphérique, y compris celles situées au coeur des zones urbaines. La figure 3 donne la moyenne géométrique des teneurs annuelles enregistrées dans tout le Réseau national (105 stations dans 52 villes) ainsi que dans les stations des zones métropolitaines.

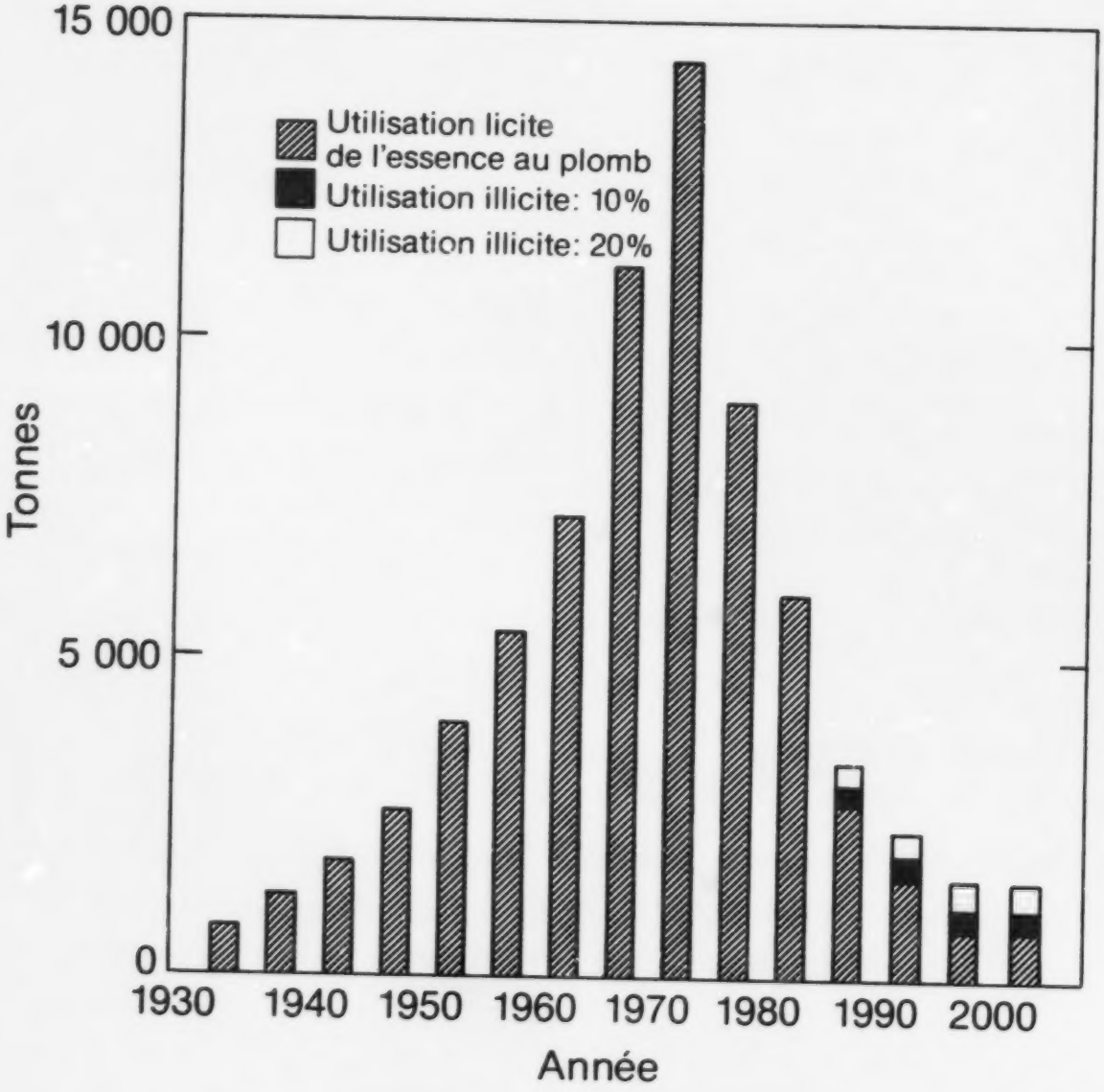
TABLEAU I

Emissions de plomb au Canada en 1970 et en 1982

Source	1970		1982	
	tonnes	%	tonnes	%
Essence	12,980	67	7,278	63
Mines, affineries, fonderies (Pb)	1,384	7	978	9
Métaux non ferreux (Cu, Ni, Zn)	2,243	11	2,026	18
Industries du fer et de l'acier	2,318	12	903	8
Cimenteries	105	0,5	négligeable	
Piles et autres utilisations industrielles	72	0,5	négligeable	
Combustion: production d'électricité et incinération	326	2	224	2
TOTAL DES EMISSIONS	19,428	100	11,466	100

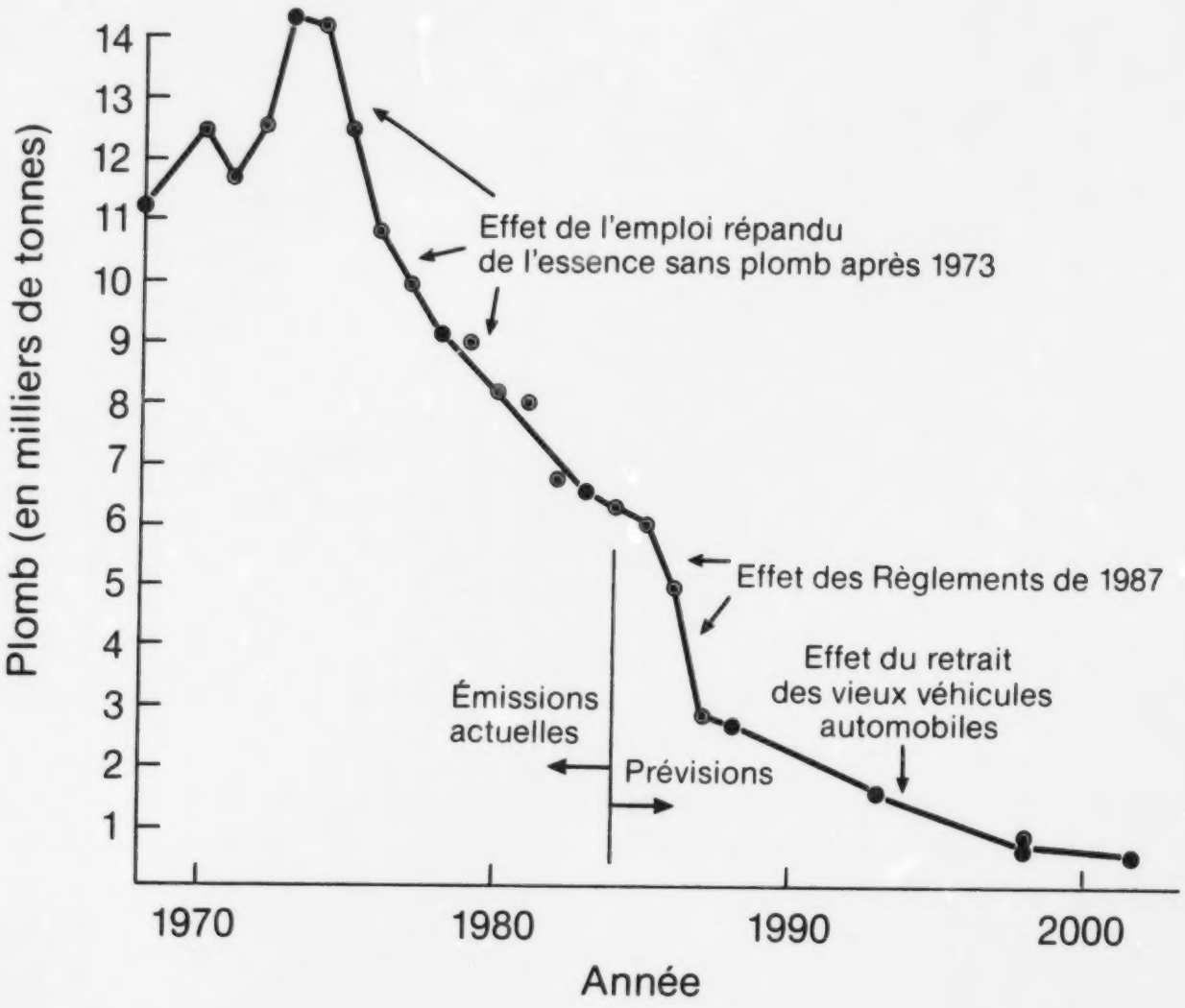
Source: Sources et volume d'émissions de plomb au Canada (1970) et inventaire national des sources et des rejets de plomb (1982), Environnement Canada (Ottawa) 1974 et 1985

Figure 1: Estimations des émissions de plomb provenant des véhicules automobiles à essence pour la période de 1928 à 2003



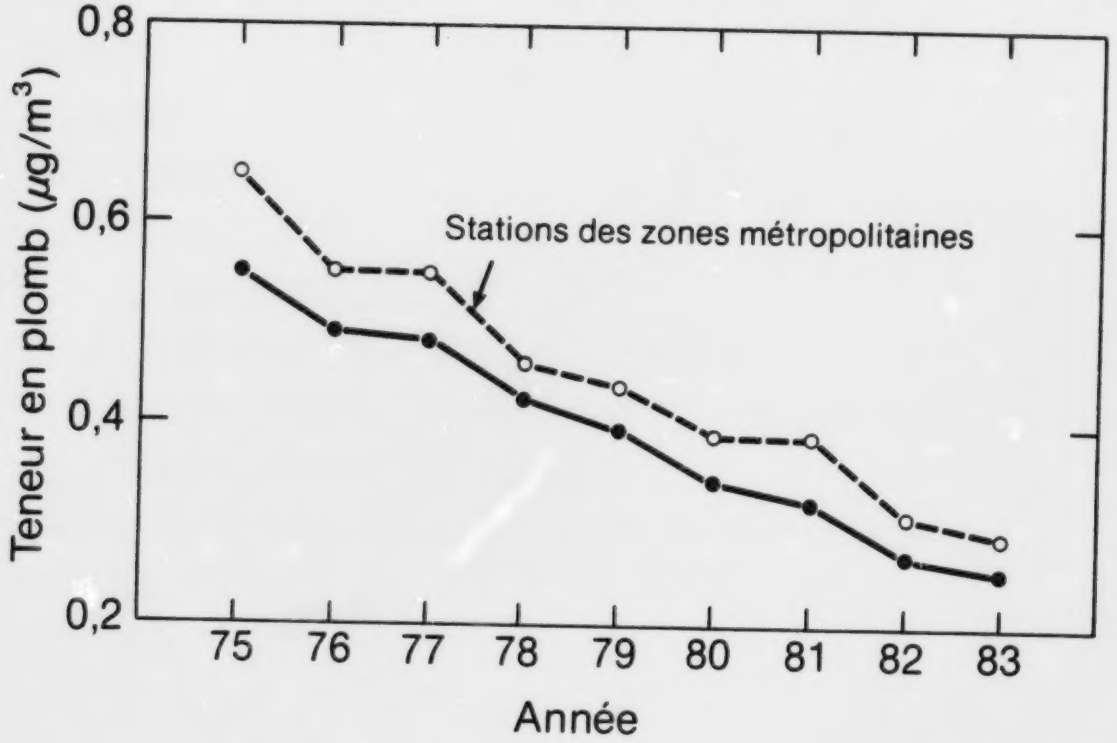
Source: Inventaire national des sources et des rejets de plomb (1982), Environnement Canada, 1985.

Figure 2: Émissions de plomb provenant des véhicules automobiles à essence au Canada pour la période de 1968 à 2000



Sources: Environnement Canada (●) et APCE (◉)

Figure 3: Tendance de la moyenne géométrique annuelle des teneurs en plomb enregistrées aux stations de surveillance dans tout le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (•) et dans les zones métropolitaines canadiennes les plus importantes (o)



Bien entendu, l'observation d'une diminution rapide des émissions de plomb et des teneurs atmosphériques est la bienvenue. Cette amélioration est due, en partie, à l'utilisation accrue d'essence sans plomb. A la figure 4, on compare les teneurs atmosphériques annuelles moyennes en plomb aux quantités d'additifs au plomb ajoutées à l'essence depuis 1975. Bien que la période étudiée soit courte, il est évident que les observations suivent de très près la tendance établie. Ces observations laissent fortement entendre que l'élimination graduelle du plomb en abaissera rapidement les teneurs atmosphériques.

Néanmoins, il est sage de se rappeler que la limitation d'autres sources a contribué à cette diminution; en voici trois raisons:

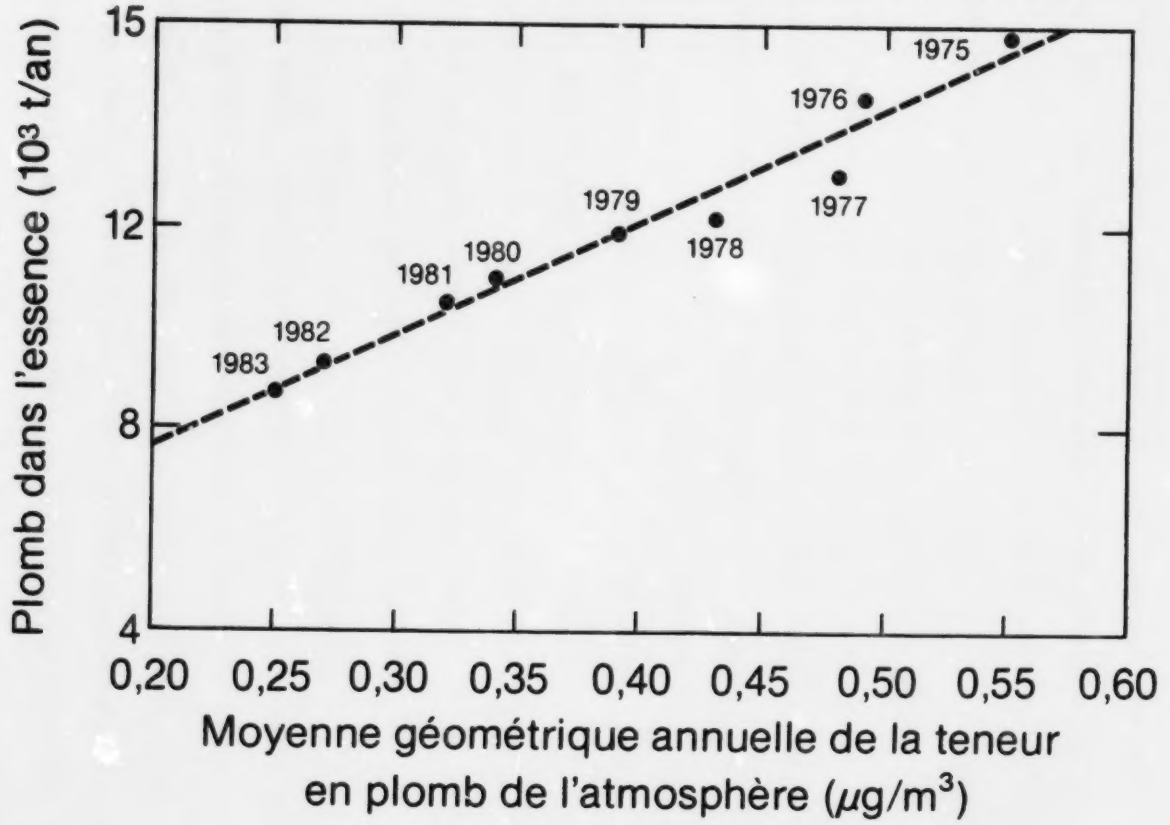
a) des diminutions semblables des concentrations atmosphériques ont été observées dans des pays comme le Royaume-Uni et la Nouvelle-Zélande où la consommation d'essence au plomb demeure élevée;

b) d'autres contributions importantes aux émissions de plomb au Canada ont diminué pendant la même période (tableau I);

c) au voisinage des fonderies et des affineries de plomb, les teneurs en particules de plomb dues aux émissions, ont diminué à la suite des règlements imposés et des mesures prises localement.

Aux Etats-Unis, depuis l'introduction, en 1982, d'une norme de 0,29 g/l pour la teneur en plomb de l'essence, les concentrations atmosphériques de ce métal dans les villes américaines ont diminué environ de moitié par rapport à celles observées dans les villes canadiennes. Ce fait corrobore l'hypothèse qu'une réduction de la teneur en plomb de l'essence fait diminuer immédiatement les concentrations atmosphériques en milieu urbain.

Figure 4: Relation entre la consommation du plomb dans l'essence et la moyenne géométrique annuelle des teneurs en plomb de l'atmosphère enregistrées par le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique



ÉMISSIONS FUTURES DE PLOMB

Environnement Canada et l'APCE ont fait parvenir à la Commission des prévisions des émissions futures de plomb. Les prévisions des deux groupes ne diffère que très peu et dans les détails seulement (figures 1 et 2). Les deux études tiennent compte des nouveaux règlements de 1987.

L'effet de la réduction de la teneur admissible en plomb de 0,77 g/l à 0,29 g/l est illustré à la figure 2 pour les années 1985 à 1987 (bien que la teneur réelle en 1985 ait été seulement 0,44 g/l, ce qui est bien inférieur à la limite). Il est prévu que les émissions diminueront de moitié, passant de 6000 tonnes métriques en 1985 à, au plus, 3000 tonnes en 1987. Elles diminueront encore de moitié pour chaque période successive de six ans, à la condition que le retrait des vielles automobiles se fasse comme prévu et que l'utilisation interdite de l'essence au plomb soit limitée. La figure 1 illustre les effets possibles de l'emploi d'une essence interdite. Il est concevable que cette pratique puisse constituer à la fin du siècle 20 p.100 des ventes. Le cas échéant, l'amélioration de la santé publique visée par les limites imposées sur l'utilisation du plomb serait compromise, comme le seraient l'assainissement de l'air et la réduction des pluies acides.

Vers la fin du siècle, si ces mesures sont appliquées comme il faut, les émissions de plomb auront diminué de 700 tonnes métriques par année, soit 5 p.100 des émissions maximales de 1973. Plus de la moitié de cette diminution est prévue pour la période comprise entre 1985 et la fin de 1987. Pendant la plus grande partie des années 1990, les émissions seront inférieures à 2000 tonnes par année (voir le tableau II).

Les prévisions soumises par l'APCE à la Commission indiquent une baisse prévue des teneurs moyennes dans tout le Réseau national de surveillance de la

TABLEAU II

Prévisions des émissions de plomb à l'échelle nationale
(en tonnes métriques de plomb par année)
provenant des automobiles en fonction de deux normes

Année	Cas (a)	Cas (b)	Différence
1987	2750	2750	-
1988	2525	2525	-
1989	2300	2300	-
1990	2100	190	1910
1993	1570	141	1429
1995	1120	100	1020
1998	740	66	674
2000	700	63	637

(a) Teneur en plomb de l'essence fixée à 0,29 g/l pour le ler septembre 1987 et émissions correspondantes des véhicules légers.

(b) Norme de l'EPA de 0,026 g/l dont la mise en vigueur est prévue pour le ler janvier 1990.

pollution atmosphérique: ces teneurs diminueraient d'une moyenne géométrique annuelle les valeurs pour 1985, dépassant légèrement 0,20 ug/m^3 (de 0,25 à 0,35 ug/m^3 dans le centre des villes) à moins de 0,05 ug/m^3 en 1989. On n'a pas calculé de nouvelle valeur pour l'atmosphère du centre des villes, mais il est à peu près certain qu'il s'y produira également une réduction. Les échantillonnages sont effectués à l'aide d'appareils placés sur des mâts de plusieurs mètres de hauteur. Les teneurs en polluants sont plus élevées au niveau du trottoir, toutefois les profils sont similaires.

La Commission a posé les question évidentes: les changements déjà prescrits par des mesures gouvernementales (en partie pour d'autres raisons) protégeront-ils suffisamment les êtres humains? Des mesures plus strictes ne seraient-elles pas nécessaires? Le Canada devrait-il suivre l'initiative récente des Etats-Unis qui a diminué la teneur admissible en plomb de l'essence à un maximum de 0,026 g/l à compter du ler janvier 1986? Quelle attitude le Canada devrait-il avoir, face aux propositions américaines connexes visant l'élimination complète du plomb? Le tableau II montre des calculs relatifs à l'efficacité des règlements de 1987 comparativement à la norme de l'EPA, si cette dernière était adoptée le ler janvier 1990, soit la date la plus rapprochée à laquelle cette norme pourrait de façon réaliste entrer en vigueur.

Il est évident que la mise en vigueur de la norme de l'EPA provoquerait une réduction encore plus remarquable que les normes canadiennes de 1987. Cependant, des différences de coût et des répercussion économiques entreraient en jeu. Ces dernières seront examinées plus loin dans le rapport.

Avant d'examiner ces questions économiques, nous étudierons la controverse relative aux répercussions sur la santé de la limitation progressive du plomb.

EFFETS SUR LA SANTÉ: QUESTIONS GÉNÉRALES

Il est présentement impossible de répondre de façon définitive à la plupart des questions concernant les effets du plomb sur la santé. L'ensemble du sujet a été mis fortement en évidence par les mesures de l'EPA américaine. Les représentants de cet organisme ont, avec beaucoup de zèle non seulement stimulé la recherche, mais ils se sont de plus servi du poids de l'EPA pour imposer de nouvelles normes strictes sur le plomb dans l'essence. Leur initiative a provoqué une demande de contrôles semblables au Canada, bien que la situation dans notre pays soit assez différente.

Les mesures de l'EPA ainsi que les recherches sur lesquelles elles s'appuient ont engendré un débat mondial. De nombreux arguments de valeur paraissent dans toute une gamme de rapports. La Commission a surtout été impressionnée par les textes suivants:

Lead in the Environment: Health Effects.
(Santé et Bien-être Canada), 1985

Analyse de l'impact socio-économique des options de réduction de la teneur en plomb de l'essence
(Environnement Canada), 1984

Lead in the Environment.
(9e rapport de la Royal Commission on Environmental Pollution), 1983, (Royaume-Uni)

Exposé.
(South Riverdale Community Health Centre), 1985

Lead in Gasoline: Asking the Right Questions.
(Friends of the Earth), 1985

Air quality Criteria for Lead.
(EPA, E.-U.) 1986

Lead in Toronto's Niagara Neighbourhood.
(Niagara Neighbourhood Resident's Association), 1985

Exposé.
(Association pétrolière pour la conservation de l'environment canadien), 1985
Reduction of Lead in the Canadian Environment
(Association canadienne du droit de l'environnement), 1985

La Commission remercie les fonctionnaires de Santé et Bien-être social Canada d'avoir procédé à un survol complet de toutes les données renfermées dans ces documents et dans beaucoup d'autres qui lui ont été présentés. Elle remercie aussi l'ILZRO et Ethyl Canada pour les renseignements complémentaires essentiels qu'ils ont apportés. La Gulf Canada a aussi présenté un rapport utile.

Le débat a produit peu de certitudes et peu de preuves concrètes. Il porte sur les effets de l'exposition à de faibles concentrations sanguines en plomb. Il n'y a aucune controverse concernant les répercussions de fortes doses de plomb: elles sont graves et parfois fatales. Toutefois, le public canadien y est rarement exposé. La question que les gens se posent est plus obscure: les faibles concentrations de plomb, par ailleurs envahissantes, produites par l'activité humaine, qui sont maintenant omniprésentes dans l'environnement posent-elles un danger pour eux et pour leurs enfants? Et, notamment l'utilisation d'essence au plomb contribue-t-elle d'une façon importante à ce danger?

Pour pouvoir répondre à ces questions, la Commission a consulté de nombreuses publications, et elle a écouté l'opinion d'experts. Elle a invité beaucoup des chercheurs les plus éminents à son atelier sur la santé tenu à Ottawa les 29 et 30 mars 1985. En passant, nous tenons à remercier ces invités. Les articles présentés à cet atelier seront publiés sous peu et constitueront une partie essentielle de notre rapport final. Entre temps, nous nous sommes servis des procès-verbaux pour aider à cristalliser les opinions et les avis exprimés dans le présent rapport provisoire.

NIVEAUX DE CONCENTRATIONS SANGUINES EN PLOMB AU CANADA

Il y a un manque de données sur les concentrations sanguines en plomb au Canada. La raison réside peut-être dans le fait qu'elles sont plus faibles que dans la plupart des pays industrialisés (probablement parce que la circulation routière et l'industrie y sont plus disséminées qu'ailleurs). Des observations partielles montrent que ces concentrations diminuent. Il est certain que nous n'avons pas eu à faire face à un problème d'un niveau national élevé.

Les concentrations sanguines en plomb, exprimées en microgrammes par décilitre, semblent constituer la meilleure façon de mesurer l'exposition au plomb et le danger d'effets délétères. D'autres dosages sont possibles, entre autres celui du plomb dans les cheveux ou dans les dents de lait des enfants. Au Canada, ils n'ont jamais été contrôlés systématiquement. D'une part, l'enquête de 1978 à 1979 sur la santé au Canada n'a pas porté sur les nouveaux-nés ou les enfants de moins de 3 ans, qui sont parmi les sujets les plus vulnérables; d'autre part, dans le vaste échantillon de sujets plus âgés qui fut analysé en détail, la distribution des concentrations en plomb n'était pas log-normale, comme prévu.

Santé et Bien-être social Canada a fait des tableaux à l'aide des données existantes sur les concentrations sanguines; nous présentons une analyse semblable à l'annexe I. De plus, nous présentons au tableau III les résultats d'une enquête effectuée en 1984 sur des enfants de l'Ontario.

La question importante, mais mal satisfaite, n'est pas de connaître la concentration sanguine moyenne en plomb chez les Canadiens mais le nombre et la proportion des personnes des groupes vulnérables dont la concentration sanguine est élevée de façon inacceptable. Jusqu'à récemment, "inacceptable" signifiait

TABLEAU III

Distribution des concentrations sanguines en plomb, d'après l'endroit de résidence, chez des enfants ontariens âgés de 6 ans ou moins enregistrées en 1984

µmol/l µg/dl	0,0-0,23 0-4	0,24-0,47 5-9	0,48-0,71 10-14	0,72-0,96 15-19	0,97-1,20 20-24	1,21-1,44 25-29	1,45 30+	Total des enfants testés
MILIEU URBAIN								
Nombre	2	112	180	76	15	5	2	392
Pourcentage	0,5	28,6	45,9	19,4	3,8	1,3	0,5	
BANLIEUE								
Nombre	13	250	194	31	11	5	3	507
Pourcentage	2,6	49,3	38,3	6,1	2,2	1,0	0,6	
MILIEU RURAL								
Nombre	27	207	98	25	10	0	3	370
Pourcentage	7,3	55,9	26,5	6,8	2,7	0,0	0,8	
TOTAL								
Nombre	42	569	472	132	36	10	8	1269
Pourcentage	3,3	44,8	37,2	10,4	2,8	0,8	0,6	

Source: Ministère de la Santé de l'Ontario, 1985.

au-dessus de 30 ug/dl. Récemment, la "concentration d'intervention" fut abaissée par Santé et Bien-être social Canada à 25 ug/dl, conformément à une décision du CDC américain.

Les données de l'annexe I semblent indiquer que peu de Canadiens à l'extérieur de points chauds localisés, surtout des lieux de travail et leurs environs, ont des concentrations sanguines dépassant 25 ug/dl. En 1984 (tableau III), chez 4,2 p.100 des enfants ontariens échantillonnés, la concentration en plomb se situait aux environs de ou dépassait 20 ug/dl. Par contre, en 1983, dans la région de South Riverdale à Toronto, où il y a une fonderie locale de plomb et où la densité de circulation est élevée, 18,6 p.100 des enfants de moins de 5 ans avaient des concentrations sanguines dépassant 20 ug/dl.

Les études effectuées à South Riverdale sur deux groupes échantillons différents, l'une en 1973 et l'autre en 1982, montrent une diminution de la concentration sanguine moyenne en plomb. Le centre de Santé communautaire de l'endroit, qui fut l'un des premiers à attirer l'attention du grand public sur la question, a néanmoins fait la recommandation qu'il faut éliminer le plomb de l'essence, sauf peut-être de l'essence pour véhicules lourds. Pour soutenir son cas, ce groupe, tout comme la Commission, fut forcé de s'appuyer sur un argument tiré des données américaines.

Il est donc impossible de confirmer de façon absolue l'impression que nous avons tous que les concentrations sanguines en plomb sont en train de diminuer au Canada ou que l'introduction de l'essence sans plomb, il y a une décennie, a été efficace. Les données partielles que nous possédons correspondent à une chute de la concentration en plomb. Le mieux que nous puissions faire est de supposer que c'est bel et bien le cas.

EFFETS DE L'EXPOSITION À DE FAIBLES TENEURS EN PLOMB SUR LA SANTÉ

Les nouvelles données qui ont incité l'EPA à agir et d'autres pays à réagir mais avec moins de vigueur proviennent de différents domaines. Une bonne partie de la recherche a été effectuée dans des domaines où sont bien établies les répercussions de concentrations sanguines en plomb dépassant 30 ug/dl. L'amélioration des méthodes d'analyse et la prise de conscience des dangers potentiels pour la santé ont suscité beaucoup d'études sur les répercussions de concentrations sanguines en plomb, dosées souvent selon un nouveau mode (par exemple, dosage intensif dans le cordon ombilical). On s'est empressé d'établir si les faibles concentrations sanguines en plomb typiques des habitants des cités modernes et de leurs banlieues pouvaient avoir un effet délétère.

Des observations inquiétantes, ou du moins qui donnent à penser, ont été décrites dans les domaines suivants:

i) Le système hématopoïétique (régulation sanguine) et les processus cellulaires apparentés. Les effets biochimiques du plomb sur le système oxyphorique de l'organisme et, par conséquent, sur son métabolisme énergétique, sont maintenant complètement prouvés et acceptés. Le plomb affecte les précurseurs de l'hémoglobine, le transporteur de l'oxygène du sang; de très faibles concentrations sanguines en plomb affectent l'acide aminolévulinique-déshydratase (ALAD); l'inhibition enzymatique de l'ALAD a été démontrée chez tous les types de sujets à la concentration mesurable la plus faible (environ 5 ug/dl). Une détérioration de la synthèse du groupe hème est aussi liée au plomb dans le sang (manifestée par des concentrations élevées en protoporphyrine érythrocytaire, EP). Les effets de l'hème peuvent être décelés

chez l'homme adulte jusqu'à 25 ug/dl, et chez la femme et l'enfant, peut-être, jusqu'à 15 ug/dl. L'anémie, c'est-à-dire le manque d'hémoglobine dans les érythrocytes (cellules rouges), se produit à des concentrations dépassant 40 ug/dl chez l'enfant et 50 ug/dl chez l'adulte.

Beaucoup d'études ont porté sur les effets du plomb sur la biosynthèse de l'hème qui, chez les humains et les animaux expérimentaux, a lieu dans beaucoup de tissus, entre autres les reins, le foie et le cerveau. L'hème et les composés analogues sont les constituants des substances oxyphoriques (par exemple, l'hémoglobine, le complexe fer-protéine trouvé dans les cellules rouges du sang), qui sont essentielles au métabolisme énergétique de l'organisme. On s'attendrait à ce que l'inhibition de la synthèse de l'hème affecte toutes les cellules participant au processus oxyphorique, dont l'hème est la composante clé. Il semble généralement accepté que des concentrations sanguines en plomb inférieures à 25 ug/dl chez l'adulte et à 15 ug/dl chez l'enfant perturbent la dernière étape du processus de synthèse de l'hème, soit l'insertion du fer dans la portion organique de la molécule. Il existe maintenant des données assez fiables indiquant que l'exposition à des concentrations plus élevées en plomb altère la production de l'hème et des autres hémoprotéines et affecte les cellules nerveuses.

Certains des processus cellulaires et infra-cellulaires identifiés ne montrent aucun "seuil" mesurable au-dessous duquel la concentration sanguine en plomb ne cause aucune perturbation. De fait, le concept de seuil, mis au point essentiellement en fonction de la visibilité clinique des symptômes de toxicité, doit être revu dans le contexte de la tolérance d'un organisme à l'agression chimique. Cette tolérance doit dépendre, en partie, du taux normal

d'épuration et du remplacement des cellules et de la plage dans laquelle les réactions métaboliques peuvent recevoir des cellules beaucoup moins efficaces dont elles dépendent ou qui dépendent d'elles.

Il est évident qu'un certain nombre d'autres processus cellulaires sont affectés par l'exposition à des concentrations élevées en plomb; certains d'entre eux sont bien documentés relativement aux concentrations toxiques. De plus, un nombre croissant de données montre que beaucoup de ces processus sont bel et bien affectés par des concentrations en plomb inférieures à 25 ug/dl. Toutefois, il reste toujours une certaine controverse à ce sujet. Citons, par exemple, les processus régis par le système hormonal de la vitamine D, soit, entre autres, la régulation du calcium cellulaire qui joue lui-même un rôle important dans le fonctionnement du système nerveux.

Les progrès de la médecine clinique au cours de la dernière décennie ont amené des modifications à la définition des états pathologiques. Ils sont maintenant définis par des anomalies discrètes dans les cultures de tissu, dans les protéines réceptrices, les protéines-kinases, et par des tests sensibles et objectifs chez des humains qui ne montrent pas de symptômes cliniques évidents. Les études effectuées au cours des cinq dernière années sur le métabolisme et les effets cliniques du plomb ont donc changé la conception de la toxité de ce métal, surtout chez les enfants. La Commission convient que des concentrations de plomb considérées auparavant comme sécuritaires altères ou pertubent certaines voies métaboliques et certains systèmes enzymatiques qui comportent des éléments essentiels à la fonction cellulaire. La réalisation de cet état de fait est à l'origine de la réduction progressive des concentrations sanguines en plomb considérées "sécuritaires" chez les enfants; à la suite

d'amendements successifs, elles sont passées de 40 ug/dl à 30 ug/dl, et, maintenant, à 25 ug/dl. De nos jours, les effets du plomb sont nettement décelables par des tests biochimiques sensibles plutôt que par les symptômes classiques du saturnisme.

Il reste néanmoins vrai qu'aucun effet clinique évident n'a été signalé comme étant lié aux altérations et aux perturbations citées. Vu la complexité et l'intégration de l'ensemble des fonctions organiques, il est fort peu probable qu'une série de réactions puissent être perturbées sans que d'autres ne soient affectées; il existe beaucoup d'exemples de tels cas. Comme nous l'avons déjà dit, ces faits nouveaux inquiètent et incitent à la réflexion tant les chercheurs que les cliniciens. La Commission croit que les effets de faibles concentrations en plomb sur le fonctionnement du système hématopoïétique justifient à eux seuls la réduction des concentrations sanguines en plomb de la population à un niveau plus bas que ceux de 1985.

(ii) Le système nerveux: effets neuropsychologiques et neurobehavioristes. La perturbation évidente du cerveau et du système nerveux démontrent clairement les symptômes d'un empoisonnement au plomb par des niveau dépassant 60 ug/dl. Au cours de la dernière décennie, on s'est efforcé avec détermination de trouver si de faibles concentrations sanguines en plomb pouvaient aussi produire ces effets d'une façon plus subtile.

Au cours de cette période, un débat animé fut déclenché, non seulement chez les psychologues, les médecins et les biologistes, mais encore chez les groupes d'intérêt public et dans les média à la suite de rapports indiquant que de faibles concentrations en plomb pouvaient provoquer des effets neurobehavioristes et neurodéveloppementaux chez les enfants. Il est prouvé que des concentrations élevées en plomb ont bel et bien ces effets, et des

travaux de recherche effectués au niveau cellulaire donnent au moins une idée des voies biochimiques possibles. La question que se pose la Commission est de savoir si ces effets peuvent être démontrés pour les faibles concentrations sanguines caractéristiques de la majorité des enfants canadiens.

Des groupes d'enfants ont été testés aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne (mais pas que nous sachions au Canada). Une controverse porte sur l'échantillonnage et la méthode d'analyse, la pertinence des tests psychométrique employés, la validité et l'objectivité des évaluations faites par les enseignants et les parents, la signification des corrélations statistiques et le contrôle des variables perturbatrices. (Les variables perturbatrices sont des facteurs autres que le plomb qui pourraient être responsables des effets observés. Il ne s'agit pas uniquement de toxines chimiques mais aussi de facteurs sociaux, culturels et économiques.)

Les travaux d'Herbert Needleman ont été particulièrement importants dans ce débat; chez un vaste échantillon d'enfants fréquentant les écoles du Massachussets, ce chercheur a analysé la concentration en plomb des dents temporaires (dents de lait) en la reliant au développement neurologique, mesuré par une série de tests neuropsychologiques. Needleman et plusieurs de ses critiques ont paru devant la Commission. Les résultats de ses études, qui furent acclamées et contestées, semblaient alarmants, car ils signalaient des répercussions négatives importantes sur le développement mental des enfants. Un groupe d'experts hautement qualifiés de l'EPA, chargé d'examiner les travaux en question, ont rapporté que les "déficiences neuropsychologiques" pouvaient avoir une autre origine que l'exposition au plomb. Les résultats "permettaient de conclure que les tares organiques liées à l'exposition au plomb pouvaient

tout aussi bien venir d'un Q.I. faible ou de déficiences comportementales". Une étude récente du British Medical Research Council intitulée The Neuropsychological Effects of Lead, mettait aussi en doute l'interprétation des effets observés. Certaines des critiques viennent du fait que les études étaient équivoques, car elles tentaient plus ou moins simultanément d'évaluer l'exposition au plomb et ses conséquences.

Des données ont été présentées qui appuyaient et d'autres qui niaient les effets du plomb organique sur les capacités neuropsychologiques et comportementales des enfants. Il semble toutefois que les études dont la méthodologie et le mode d'analyse sont meilleurs rapportent des résultats "négatifs", alors que celles rapportant des résultats "positifs" semblent avoir des faiblesses méthodologiques et donner prises à la critique lors d'un examen par des pairs. Pour une réponse définitive, il se peut qu'on doive attendre les résultats d'études prospectives entreprises en Ecosse et en Ohio, où on étudie les populations sur une longue période. Cependant, des expériences canadiennes très bien conçues effectuées sur des singes ont démontré l'apparition de modifications comportementales sur une gamme de concentrations sanguines en plomb typiques de celles observées chez les enfants (2 ug/dl, 15 ug/dl, 25 ug/dl et 55 ug/dl). Certaines données indiquent aussi une réduction marquée de l'hyperactivité chez des enfants dont la concentration sanguine en plomb était abaissée par chimiothérapie (chélation).

La Commission convient donc que les données laissent supposer qu'il y a une relation entre des difficultés d'apprentissage ainsi que des troubles comportementaux chez des enfants et l'existence chez eux de concentrations organiques élevées en plomb. Il est impossible d'exclure certains effets mineurs causés par de faibles concentrations; en fait, la recherche actuelle

montre que le plomb a des effets sur les processus biochimiques des cellules nerveuses qui peuvent, dans le futur, se révéler importants. Toutefois, à des concentrations inférieures à 25 ug/dl, les effets neuropsychologiques et comportementaux semblent légers, lorsqu'il y en a.

Quelques études récentes ont exploré la relation chez des enfants entre la concentration en plomb organique et les fonctions électrophysiologiques. Les divers aspects de l'activité du cerveau ont été enregistrés par électroencéphalographie (EEG). Ces mesures sont difficiles à interpréter; beaucoup d'entre elles ne correspondent à aucune relation psychologique connue, surtout dans le cerveau en rapide développement des jeunes enfants. La Commission croit qu'on n'a pas encore trouvé de données concluantes sur les effets neurophysiologiques sur le cerveau de faibles teneurs organiques en plomb. Un critique nous rappelle, toutefois, qu'en neurologie la toxicité est un problème cumulatif à aspects multiples, les toxins qui s'accumulent peuvent renforcir les effets des uns et des autres. La génétique détermine la susceptibilité à ces effets qui varie entre individus; ce qui est supportable chez un peut être insupportable chez l'autre.

iii) Autres effets potentiels. Des données recueillies au cours d'études sur des animaux et des humains montrent clairement que l'exposition à de fortes concentrations de plomb a des effets importants sur le système reproducteur. Il s'agit, entre autres, d'anomalies des spermatocytes et d'aberrations chromosomiques liées à des effets sur le foetus. Plusieurs études ont indiqué une relation entre les concentrations sanguines en plomb dans le sang maternel, le sang du cordon ombilical, le sang du foetus et, possiblement, dans les tissus placentaires. Bien que certaines anomalies aient été rapportées, on connaît des femmes souffrant de saturnisme qui ont donné naissance à des enfants

normaux et à terme. Il n'est pas certain que ces effets se produisent aux faibles expositions typiques dans la population canadienne, sauf dans une très faible proportion. Les données deviennent moins cohérentes à une faible dose, où la probabilité des effets des variables perturbatrices augmente de façon substantielle. Ces variables sont, entre autres, les autres métaux toxiques (p. ex., le cadmium), le mode de vie, les habitudes et les facteurs sociaux-économiques et culturels. La Commission croit qu'on n'a encore trouvé aucune donnée concluante sur les effets tératogènes sur l'embryon des niveaux inférieures à 25 ug/dl. Elle est d'accord avec l'opinion exprimée par l'EPA américaine voulant que seules des études épidémiologiques bien conçues et portant sur un grand nombre de sujets pourraient clarifier la relation entre la concentration en plomb et les effets tératogènes et d'autres effets sur la reproduction. Ces études n'ont pas encore été entreprises.

Dans un rapport publié récemment, on a analysé chez des enfants le rapport entre la concentration sanguine en plomb et la stature. A l'aide de données recueillies par la National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES II) américaine, les auteurs affirment qu'il y a une corrélation significative entre la concentration sérigue en plomb et la grandeur, le poids et le tour de poitrine chez les enfants de 5 ans. Ils assurent que la concentration sanguine moyenne en plomb chez les enfants examinés semble correspondre à une diminution de la taille de 1,5 p.100 par rapport à celle escomptée pour une concentration nulle. Les auteurs laissent entendre que le plomb se substitue dans le sang à une multiplicité de facteurs environnementaux. D'autres chercheurs ont aussi supposé une corrélation entre divers aspects du milieu et les concentrations sanguines chez les enfants. La Commission convient qu'aucun effet biologique direct du plomb sur la croissance n'a été établi; pour ce faire, il faudrait des études à long terme bien planifiées.

iv) La tension artérielle. Il ressort de plusieurs études effectuées sur des populations d'animaux et d'humains une relation entre la concentration sanguine en plomb et la tension artérielle. Deux mécanismes biologiques plausibles ont été proposés pour cette relation: l'un fait intervenir le métabolisme du calcium et les tissus musculaires involontaires, l'autre, le métabolisme de la rénine dans les reins.

L'étude épidémiologique probablement la plus exhaustive a été entreprise par le CDC et l'EPA des Etats-Unis, d'après des données concernant des hommes blancs âgés de 40 à 59 ans recueillies pendant l'étude NHANES II. Ces deux organismes ont essayé de tenir compte dans leur modèle d'environ 150 variables perturbatrices possibles; ils ont ensuite suivi la méthode mise au point pendant les projets de Framingham et Pooling pour prévoir le nombre de crises cardiaques et de congestions cérébrales pouvant être évitées aux Etats-Unis par la réduction de la teneur en plomb de l'essence.

La Commission accepte les corrélations rapportées mais, après en avoir revu les critères de causalité, elle croit qu'elle ne saurait être sûre de tirer une relation de cause à effet des données publiées. La corrélation correspond à la plupart des critères, et elle est basée sur des hypothèses plausibles du point de vue biologique; cependant, les critères les plus importants auxquels elle ne satisfait pas sont une correspondance évidente dose-réaction et une relation dans le temps. Les résultats manquent aussi, jusqu'à un certain point, de cohérence, en partie à cause du manque de précision des mesures de la concentration en plomb et de la tension artérielle.

Une étude à double recoupement, si bien menée qu'elle soit, ne peut fournir que de faibles indices de causalité; ceux-ci sont d'autant plus faibles lorsque l'étude n'a pas été conçue pour vérifier l'hypothèse en question. Si

les études passées supportent jusqu'à un certain point la conclusion voulant qu'il y ait un lien de causalité, celui-ci n'est absolument pas établi; la Commission croit qu'il serait difficile de décider des politiques à adopter uniquement sur la base des recherches sur la tension artérielle effectuées jusqu'ici.

La Commission remarque que l'EPA des Etats-Unis a, de façon explicite, évité de baser son récent règlement réduisant la teneur en plomb de l'essence à 0,026 g/l sur la relation concentration sanguine en plomb-tension artérielle. L'EPA a cité cette relation dans le Federal Register uniquement comme un élément nouveau et troublant, restant toujours à corroborer entièrement, et dont il faudrait tenir compte si on cherche à reprendre la discussion sur la question de l'élimination totale du plomb dans l'essence. A une rencontre récente qui a eu lieu à Washington, à laquelle participait un représentant de la Commission, le Clean Air Science Advisory Committee de l'EPA a déclaré que l'état des connaissances actuelles sur la relation signalée entre la concentration en plomb et la tension artérielle ne suffisait pas pour appuyer les interprétations données des effets sur le système cardiovasculaire; il a fortement conseillé que ces interprétations soient exclues de la révision des critères de qualité de l'air de l'EPA. A l'avenir, l'EPA ne fera que citer les travaux publiés sans commentaire.

La Commission considère que, en l'absence d'une relation de causalité acceptée entre de faibles concentrations sanguines en plomb et une tension artérielle élevée, il serait prématuré d'évaluer à partir des données en question les économies en terme de vie et de santé que pourrait amener toute réduction du niveau de plomb.

v) Le problème des "points chauds". Le gros de la population canadienne semble avoir des concentrations sanguines inférieures à la teneur

d'intervention ou, en tout cas, de la concentration à laquelle des effets prouvés se produisent. Toutefois, ce n'est pas le cas de certains endroits restreints mais à densité de population élevée, dans le voisinage des mines et des affineries de plomb et des zones où la circulation automobiles est la plus dense. Il est certain que ces "points chauds", comme on les a nommés dans les autres pays, existent au Canada, bien que les teneurs élevées qui les caractérisent aient diminué.

Les premières études effectuées au début et au milieu des années 70 sur les concentrations sanguines en plomb à Montréal, à Halifax, à Toronto et à Ottawa ont montré que beaucoup d'enfants avaient des concentrations sanguines en plomb dépassant 25 ug/dl et, dans certains cas, 40 ug/dl. A Trail (Colombie-Britannique), la concentration sanguine moyenne chez les jeunes enfants était de 22 ug/dl. Ici comme ailleurs, ces premiers travaux ont aidé à réaliser que les jeunes enfants des environnements urbains étaient particulièrement exposés au plomb par la poussière qu'ils ramassaient et, souvent, qu'ils avalaient en jouant, beaucoup plus que par des teneurs atmosphériques élevées en plomb (dues en partie à la densité de la circulation). Par contre, il semble que le problème d'écaillement des peintures au plomb chez nous, qui est une des principales causes d'empoisonnement par ce métal dans les anciennes villes américaines, soit plus rare.

La combinaison de fortes pressions par des groupes communautaires locaux et d'un resserrement général des règlements sur les émissions a fortement amélioré la situation à ces points chauds urbains. Toutefois, ils constituent toujours un problème. Dans le présent rapport, nous nous inquiétons de l'opinion voulant que la réduction des émissions provenant du plomb dans

l'essence résoudra les problèmes qui restent. Nous ne croyons pas que cela soit le cas. Selon la Commission, la diminution des teneurs en plomb imposée par les règlements de 1987 aidera à réduire la charge en plomb chez les enfants (entre autres) résidents des points chauds; cependant, dans les zones les plus affectées, d'autres mesures peuvent être nécessaires (par exemple, le remplacement du sol) aux endroits les plus contaminés. La majeur partie de la charge en plomb trouvée chez les enfants provient de son ingestion et, beaucoup moins que les adultes, de son inhalation. Santé et Bien-être social Canada a estimé que de 30 p.100 à 40 p.100 de l'ensemble du plomb absorbé par les enfants peuvent, néanmoins, provenir de l'essence au plomb, qui est considérée la principale source de contamination de la poussière ingérée. Ces chiffres sont loin d'être certains et exigent une étude beaucoup plus poussée. Nous y reviendrons dans notre rapport final.

TECHNOLOGIE ET COÛTS DE LA RÉDUCTION DES TENEURS EN PLOMB DANS L'ESSENCE

Les cas dont nous venons de traiter confirment qu'il est souhaitable de réduire les émissions de plomb en deçà de leur valeur de 1985; ils montrent aussi que les règlements de 1987 amèneront une baisse rapide cette année même. Il est possible qu'on exige soit une baisse encore plus importante des émissions, pour satisfaire à la nouvelle norme de l'EPA de 1986 (0,026 g/l), soit encore par l'élimination totale du plomb dans l'essence. Dans la présente section, la Commission examine les méthodes existantes permettant d'atteindre ces buts; elle considère aussi les évaluations faites par l'industrie des frais encourus.

Les évaluations présentées par les porte-parole de l'industrie du pétrole contiennent des frais beaucoup plus élevés pour la réduction des teneurs en plomb dans l'essence que ceux proposés par Environnement Canada. Les évaluations du coût des mesures à prendre pour permettre de satisfaire aux normes de 1987 sur l'essence au plomb et les émissions dans le gaz d'échappement diffèrent d'un ordre de grandeur en ce qui a trait à la fois aux investissements et aux coûts d'opération. Nous avons examiné le rapport des consultants (Environnement Canada, Options de contrôle pour la réduction des quantités de plomb dans l'essence à moteur); nous avons aussi demandé aux représentants de l'industrie de nous expliquer cette différence.

La vaste plage des évaluations antérieures vient d'hypothèses différentes concernant la technologie à utiliser, les pertes d'énergie à subir et le point auquel les installations existantes des compagnies pétrolières sont utilisées complètement ou pourraient l'être.

Une des principales différences vient de l'hypothèse faite par Environnement Canada qu'il est possible d'abaisser les teneurs en octane à la valeur prévue par l'Office des normes générales du Canada. Cette opinion est contestée par l'industrie, qui insiste sur le fait que le marché la force à maintenir des teneurs en octane élevées; le problème vient du fait qu'il était autrefois possible d'obtenir à très bas prix un indice d'octane élevé par l'addition de plomb-tétraéthyle, alors que tous les substituts sont très coûteux. Dans certains cas, la différence de prix est très grande. Le tableau IV donne les évaluations, présentées par l'APCE, des coûts par baril d'octane pour chacune des six possibilités de remplacement.

Il est assez évident que les coûts à débourser pour se conformer aux nouvelles normes dépendront sensiblement du mode de remplacement choisi par l'industrie et de l'indice d'octane visé. La Commission n'a pas la compétence

TABLEAU IV

Coûts types des sources d'octane

Source d'octane	Coûts (cents canadiens) par baril d'octane*
Plomb-tétraéthyle, (teneur de 0,29 g/l)	6
MMT (teneur de 0,016 g/l) (méthylcyclopentadiénylmanganèse tricarbonyle)	15
Reformage très poussé	30
Composés aromatiques (benzène, toluène, xylène)	42 - 92
MTBE (éther méthyl-tert-butylique)	40 - 90
Isomérisation de la naphte légère	60 - 80

Source: Exposé de l'APCE à la Commission, 1985. Donnés exprimées en dollars actuels.

*C.-à-d., le coût pour augmenter d'une valeur de l'indice d'octane d'un baril de carburant.

nécessaire pour indiquer à l'industrie la façon de procéder à ce choix, mais elle fait les remarques suivantes:

a) Nous convenons qu'une réduction de l'indice d'octane n'est pas actuellement une solution possible. Nous n'avons pas réussi à obtenir des renseignements satisfaisants de l'industrie de l'automobile, mais il semble que sa cible de planification actuelle soit un indice d'octane recherche (IOR) de 91 ou un indice d'octane route (OR) de 87 (moyenne de l'indice d'octane recherche et de l'indice d'octane moteur). Toutefois, à mesure que l'automobile vieillit les besoins en octane augmentent. Pour satisfaire à cette exigence, l'essence à moteur vendue aux postes d'essence canadiens a un indice d'octane route moyen de 89,2 soit une valeur supérieure de 2,3 unités à celle prévue par les normes de l'ONGC. La Commission accepte l'argument qui lui a été présenté à l'effet que les performances cibles aux Etats-Unis (en milles au gallon américain) ont tendance à faire augmenter les taux de compression et, par conséquent, à maintenir la demande de teneurs en octane moyennes ou élevées. De toute façon, il est évident que le consommateur exige de meilleures performances.

b) Nous réalisons que diverses raffineries devront s'adapter de différentes façons aux modifications imposées par les règlements de 1987 et à toute autre mesure. Il est possible que certaines raffineries deviennent non rentables et qu'elles soient contraintes de fermer leurs portes. Pour d'autres raffineries construites récemment, l'adaptation demandera peu ou pas d'investissements. Les économistes-conseils de la Commission ont examiné de façon

provisoire la gamme des conséquences, mais le sujet est trop vaste pour permettre des recommandations décisives. De toute façon, c'est l'industrie qui doit prendre la décision.

c) Il est nécessaire d'explorer plus à fond les répercussions des diverses sources d'octane sur le milieu et sur la santé. Il est évident que le MMT est attrayant; de plus, à la teneur maximale de 0,16 g/l fixée par les règlements, son utilisation est compatible avec les convertisseurs catalytiques des systèmes d'échappement. Dans son exposé, l'APCE insiste fortement pour que le MMT soit choisi, malgré son interdiction dans l'essence sans plomb aux Etats-Unis et ses effets incertains sur la santé. La production d'essence à teneur plus élevée en octane par reformage poussé est une technique qui exige beaucoup de capitaux et comporte des pénalités élevées en énergie et au niveau des catalyseurs. L'utilisation d'additifs oxygénés (p. ex., MTBE) et aromatiques présente certains problèmes des points de vue technique, santé et environnement. Nous tenterons d'effectuer une analyse plus détaillé de ces questions dans notre rapport supplémentaire. Entre temps, nous recommandons qu'il n'y ait aucune modification des règlements existants sur ces sources alternatives d'octane.

Pour évaluer les éventuelles répercussions économiques de ces coûts, la Commission a décidé de baser ses calculs sur l'évaluation que l'APCE a fait des investissements nécessaires pour satisfaire aux normes de 1987: il s'agit d'une somme de 500 M$ à investir entre 1985 et l'an 2000. Ce chiffre dépasse de beaucoup les évaluations faites en 1983 par Environnement Canada, mais il est de beaucoup inférieur à la première évaluation de l'APCE faite à la même

époque. La Commission considère ce chiffre comme une valeur maximale probable, car il s'agit de l'évaluation faite par l'industrie elle-même. Il est évident que l'industrie y gagne à satisfaire aux objectifs de la façon la moins coûteuse. Pour se conformer à la norme plus stricte de l'EPA (0,026 g/l) qui, selon nous, pourrait être introduite le ler janvier 1990, l'APCE estime qu'il faudrait encore un autre investissement de 300 M$.

La Commission a donc étudié trois scénarios:

Scénario I — Teneur en plomb de 0,29 g/l à compter du ler janvier 1987 plus les nouveaux règlements de 1987 sur les émissions provenant des automobiles. Investissements faits par l'industrie du pétrole en 1986 et en 1992 afin de se préparer à la demande croissante d'essence sans plomb en 1993.

Scénario II — Imposition en 1987 des émissions prévues au scénario I pour 1993; nécessité de faire en 1986 tous les investissements du scénario I.

Scénario III — Teneur de 0,29 g/l à compter du ler janvier 1987, réduite à 0,026 g/l à compter du ler janvier 1990; investissement plus important permettant de respecter le délai.

Les scénarios I et III sont des exemples des réactions possibles aux règlements de 1987. Le scénario III représente l'acceptation dès 1990 des normes de 1986 de l'EPA américaine. Nous n'avons pas tenté d'évaluer les effets de l'élimination totale du plomb dans l'essence.

Les trois scénarios ont été modélisés pour la Commission par la Data Resources of Canada, Ltd (DRI), qui avait à répondre aux questions suivantes:

a) Les frais d'opération supplémentaires sont-ils acceptables par l'industrie du raffinage du pétrole?

b) Quelles seront les augmentations de coûts de l'essence et des autres carburants pour le consommateur?

c) En termes généraux, quelles seront les techniques choisies par les raffineries?

d) Quelles seront les répercussions sur les industries du plomb et des antidétonnants?

e) Quelles seront les répercussions globales sur l'économie nationale, c'est-à-dire le produit national brut (PNB), l'indice des prix à la consommation, le bouleversement cyclique de l'économie, les autres industries, l'emploi et la balance des paiements?

f) Quelles seront les disparités régionales suscitées?

La Commission n'est pas éblouie par les résultats de la modélisation mais elle croit que les réponses obtenues (résumées dans la prochaine section) sont des évaluations raisonnables des conséquences économiques des trois scénarios. Les possibilités d'amélioration de la santé publique n'ont absolument pas été évaluées de façon quantitative; il en est de même des autres avantages comme les répercussions sur l'industrie des pièces d'automobile.

Notre approche de l'analyse n'était pas celle d'une étude du rapport coûts-avantages, qui aurait visé à justifier la décision de maximiser l'emploi

de l'essence sans plomb, mais plutôt une tentative de prévoir les conséquences d'une décision déjà prise. C'est bel et bien le cas pour les scénarios I et II, car ils sont le reflet réel des règlements existants. Par contre, le scénario III est un peu plus drastique.

RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES DE L'ÉLIMINATION PROGRESSIVE DU PLOMB

Nous considérerons maintenant les répercussions économiques d'après la modélisation de la DRI et à la lumière des rapports qu'Environnement Canada nous a permis de consulter.

i) Coûts supplémentaires de fonctionnement pour les raffineries. L'évaluation des coûts supplémentaires apparaissant au tableau V a été préparée pour la Commission par l'APCE. Les chiffres indiqués incluent l'amortissement des investissements en dollars de 1983. Les frais encourus seront supérieurs si l'inflation se poursuit.

Ces estimations, faites par l'industrie, renferment des incertitudes quant aux capitaux nécessaires; ceux-ci varieront en fonction des choix réels faits par chaque raffinerie pour satisfaire à la production-cible. Comme nous l'avons déjà dit, il s'agit probablement d'évaluations maximales. Nous ne les approuvons pas entièrement, mais nous en avons besoin pour évaluer les conséquences des règlements sur le reste de l'économie.

ii) Coût de l'essence pour le consommateur. Les coûts inscrits au tableau V seront récupérés auprès du consommateur. Bien qu'ils soient élevés, ils sont faibles par rapport à l'énorme volume annuel des ventes (actuellement 31 milliards de litres d'essence seulement).

TABLEAU V

Evaluations des frais supplémentaires encouru
(investissement de raffinage) pour trois scénarios
(en millions de dollars de 1983)

Scénarios	Années	Hypothèse	Investissements supplémentaires	Coûts annuels supplémentaires pour le raffinage
I	1987	Teneur en plomb; 0,29 g/l; investissements pour la première phase	240	142
	1983	Reste de investissements	260	133
		TOTAL	500	275
II	1987	Investissement en 1987 de tous les capitaux nécessaires au scénario I; par conséquent, abaissement des émissions entre 1987 et 1993	500	275
III	1987	0,29 g/l jusqu'en 1989	240	142
	1990	0,026 g/l à partir du ler janvier	560	303
		TOTAL	800	445

Source: Exposé de l'APCE et discussions avec des membres de la Commission.

La Commission est d'accord avec l'évaluation de la DRI, selon laquelle la hausse des coûts pour le consommateur de toutes les formes de carburant, y compris le diesel, devra être voisine de ces valeurs:

Scénario I	De 1987 à 1991	0,5 cent le litre
	A partir de 1991:	1,0 cent le litre
Scénario II	A partir de 1987:	1,0 cent le litre
Scénario III	A partir de 1990:	2,1 cents le litre

Ces chiffres sont basés sur l'hypothèse que les coûts seront répartis sur l'essence, le diesel, le carburant pour avion et le combustible à chauffage, tout en conservant entre ces produits la différence traditionnelle de prix (par exemple, entre l'essence et le carburant diesel). Si la récupération des coûts n'était pas répartie sur tous les carburants mais uniquement sur les ventes d'essence, l'augmentation ne serait pas de 1 cent le litre mais, plutôt, de 1,6 cent le litre.

Les hausses de prix sont comparables à celles provoquées par une modification des tarifs d'accise imposés le 1er septembre, 1985. Il est évident qu'elles ne représentent pas une menace irréductible pour le consommateur, à moins d'être accompagnées d'autres augmentations de taxes.

iii) Choix de techniques par les raffineries. La Commission croit que l'industrie devrait prendre ses propres décisions sur la façon de mettre les scénarios à exécution. Toutefois, ces décisions auront des conséquences importantes sur les investissements à faire et sur les répercussions dans les régions. La DRI a été chargée d'en évaluer l'importance. Evidemment, la liste des possibilités comprend l'addition d'unités d'isomérisation, un reformage et un craquage vigoureux des catalyseurs, une alimentation et (ou) des additifs différents, et le transfer des produits d'une raffinerie à l'autre (ce qui se fait déjà). Une vaste gamme d'opérations de mélange sont possibles.

Afin de satisfaire aux normes actuelles sur l'indice d'octane avec des teneurs en plomb inférieures, les raffineries augmenteront la rigueur du reformage catalytique, qui est l'opération permettant de transformer la portion légère du baril de pétrole brut en essence à plus forte teneur en octane. Pour ce faire, des investissements en capitaux seront nécessaires afin d'améliorer les installations et d'apporter des ajouts au système de catalyse. Les pertes substantielles d'énergie inhérentes à la grande rigueur des opérations feront aussi augmenter les coûts de production.

L'isomérisation de la naphte légère (qui est présentement mêlée à l'essence au plomb) est une possibilité généralement attrayante du point de vue économique pour les raffineries les plus grosses dont l'alimentation quotidienne en naphte peut atteindre 3000 à 5000 barils. L'étude économique effectuée par la DRI pose l'hypothèse que seulement 3 à 5 unités d'isomérisation seront requises d'ici 1990 et que les investissements qu'elles nécessiteront constitueront environ la moitié de l'ensemble des investissements nécessaires. Il est fort probable que la construction de ces installations se fera en Alberta, en Ontario, au Québec et dans les Maritimes.

iv) Répercussions sur les industries des antidétonants et du plomb. La quantité de plomb dans l'essence au plomb représente une faible portion de la consommation totale de plomb au Canada (de 5 p.100 à 6 p.100) et une portion encore plus faible de la production totale de plomb. L'élimination graduelle du plomb dans l'essence a néanmoins causé de fortes réactions dans toute l'industrie. Les autres débouchés sont très rares de par le monde. Les porte-parole de l'industrie se sont vigoureusement objectés à toute autre diminution des teneurs en plomb, car ils nient les données médicales utilisées pour les justifier. La Commission n'est pas d'accord avec cette position, mais elle reconnaît que l'industrie du plomb est touchée par les nouvelles mesures.

Les répercussions sont encore plus draconniennes sur l'industrie du plomb-tétraéthyle au Canada. La compagnie DuPont a déjà fermé son usine de Maitland en Ontario. Il est possible que les installations de Sarnia d'Ethyl Canada, le seul autre fournisseur, aient à fermer leurs portes lorsque la demande locale en antidétonants chutera à 24,000,000 livres (environ 4400 tonnes de plomb). Une partie des installations et des travailleurs peuvent être affectés à d'autres activités (la DuPont a informé la Commission qu'elle a été jusqu'ici capable de trouver un autre poste à tout son personnel de Maitland).

Cette industrie produisait pour une valeur de 125 M$ de produits chimiques (entre autres, des antidétonants), dont une valeur de 52 M$ servait à l'approvisionnement national. Comme les marchés américains diminuent rapidement, les ventes au pays et à l'exportation s'effondrent. La fermeture de l'industrie représente une annulation d'actifs productifs de 35 M$ et une perte de 50 M$ dans la balance des paiements. Environ 200 employés seront affectés directement, en plus d'autres travailleurs des secteurs de la chimie et des services.

v) Répercussions sur l'économie canadienne globale. A l'encontre des industries du pétrole, du plomb et des additifs qui sont gravement touchées, l'économie nationale globale ne subira que de faibles répercussions qui ne seront pas toutes négatives. La DRI estime que le produit national brut (PNB) ne sera que légèrement affecté (faible perte cumulative). Même dans le cas du scénario II (élimination graduelle plus rapide pour 1987), le PNB n'augmentera que de 0,1 p.100 pendant la principale phase d'investissement et ne diminuera que de 0,06 p.100 après 1988, moment auquel les augmentations de coûts se feront sentir. De plus, en ce qui concerne les scénarios I et II:

a) aucun dérangement cyclique de l'économie n'est prévu; le scénario I atténue les répercussions néfastes sur l'emploi, la vente d'automobiles et l'indice des prix au consommateur;

b) les effets sur les secteurs industriels seront peu importants, soit de faibles gains dans la construction et de faibles pertes dans l'équipement de transport et dans certains autres secteurs;

c) dans le scénario II, la balance commerciale des comptes courants sera affectée de façon négative au début de la période (surtout en 1986), mais elle deviendra légèrement positive par la suite. Ce dernier scénario permet des gains cumulatifs supérieurs à ceux du scénario I, mais seulement de l'ordre de 200 M$ (en dollars de 1971) pour 1995;

d) les scénarios I et II auront tous deux un effet négatif global sur l'emploi, accompagné d'un effet positif à court terme, puis d'une diminution des emplois entre 1987 et 1990. La perte totale d'emplois dépassera 10,000 années-personnes d'ici 1995. L'effet est peu considérable en comparaison du nombre total d'emplois, et il y a peu de différence entre les scénarios;

e) l'indice des prix à la consommation (IPC) augmentera légèrement, soit d'environ 0,3 p.100 dans le cas du scénario II la première année pour ensuite diminuer lentement. Dans le cas du scénario I, la hausse est passablement moindre en 1987, mais il y en a une autre en 1991-1992, au moment des deuxièmes investissements.

Les mêmes points s'appliquent de façon qualitative au scénario III, mais les répercussions sont plus importantes. La DRI a estimé que les changements de location de l'industrie du raffinage seront encore plus drastiques en 1990, comme dans le cas du scénario II pour l'année 1987.

Les disparités régionales deviennent par conséquent plus prononcées. L'Ontario essuiera 85 p.100 de la perte de la production à l'échelle nationale. La province perdra en emplois 29,500 années-personnes (la perte nationale d'emplois se chiffre à 22,000 années-personnes, la perte d'emplois en Ontario étant contre-balancée par des gains dans d'autres provinces).

Toutefois, le scénario III ne produira que des changements mineurs en termes de macro-économie. Il constitue l'option la plus énergique, mais les changements qu'il entraînerait ne sont pas suffisamment importants pour causer une perturbation cyclique. La DRI a conclu que les différences entre les scénarios ne valent pas la peine qu'on penche en faveur d'un scénario en particulier.

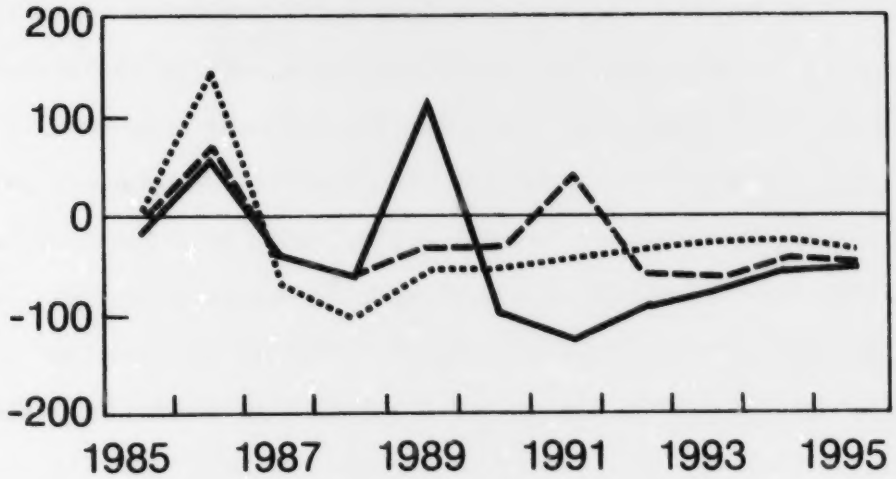
Aux figures 5 à 10, nous reproduisons les changements prévus dans les domaines suivants: PMB, indice des prix à la consommation, construction, équipement de transport, balance commerciale des comptes courants et emploi; pour chaque paramètre, l'écart est indiqué entre les scénarios I, II et III et le cas de base, représenté par l'évolution prévue de l'économie en l'absence des règlements de 1987 ou de toute autre intervention.

En somme, les modifications apportées à l'économie notionale et au commerce ne sont pas importantes. Toutefois, elles ne sont pas particulièrement favorables. Il faut donc justifier les modifications apportées aux règlements par des améliorations prévues de la qualité de l'environnement et, possiblement, de la santé, surtout chez les enfants. Nous

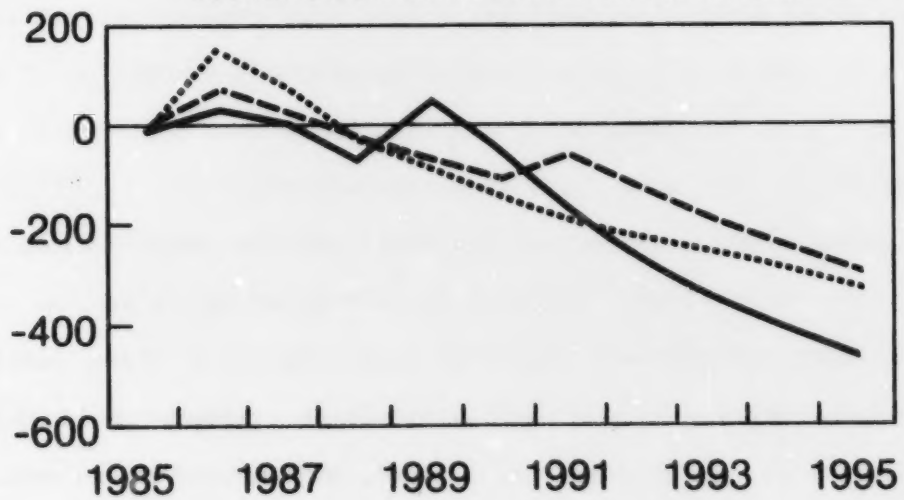
Figure 5: **PNB réel (en millions de dollars de 1971)**

Remarque: Le cas de base représente l'évolution prévue de l'économie en l'absence des règlements.

Légende: scénario I contre cas de base ---
scénario II contre cas de base .....
scénario III contre cas de base ——



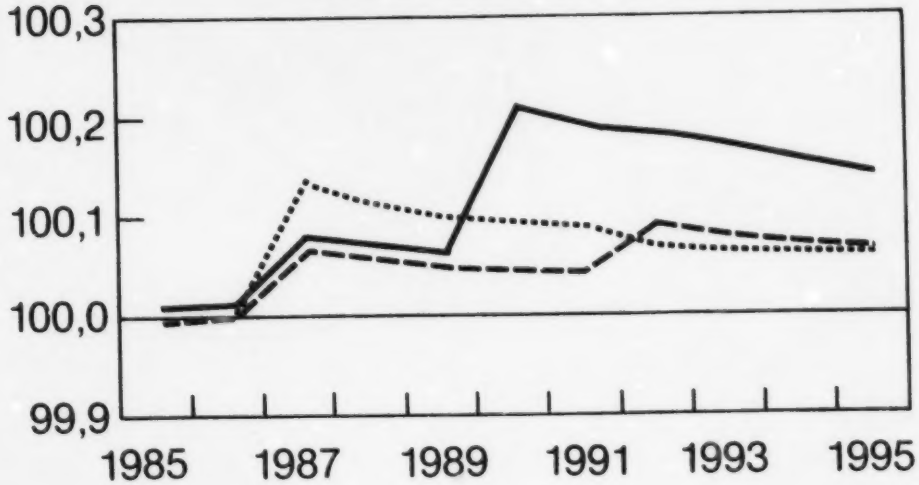
Légende: scénario cumulatif I contre cas de base ---
scénario cumulatif II contre cas de base .....
scénario cumulatif III contre cas de base ——



Source: Data Resources Inc.

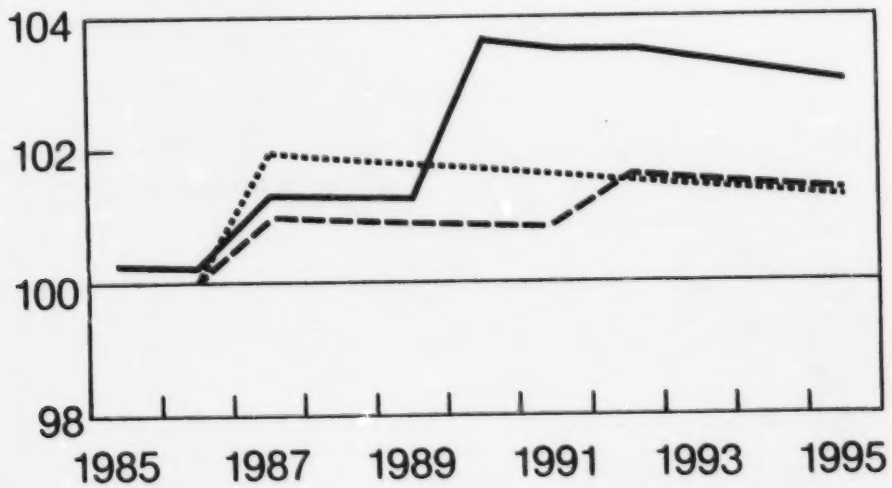
Figure 6: Indice des prix à la consommation
(en pourcentage du cas de base)

Légende: scénario I contre cas de base ---
scénario II contre cas de base .....
scénario III contre cas de base ——



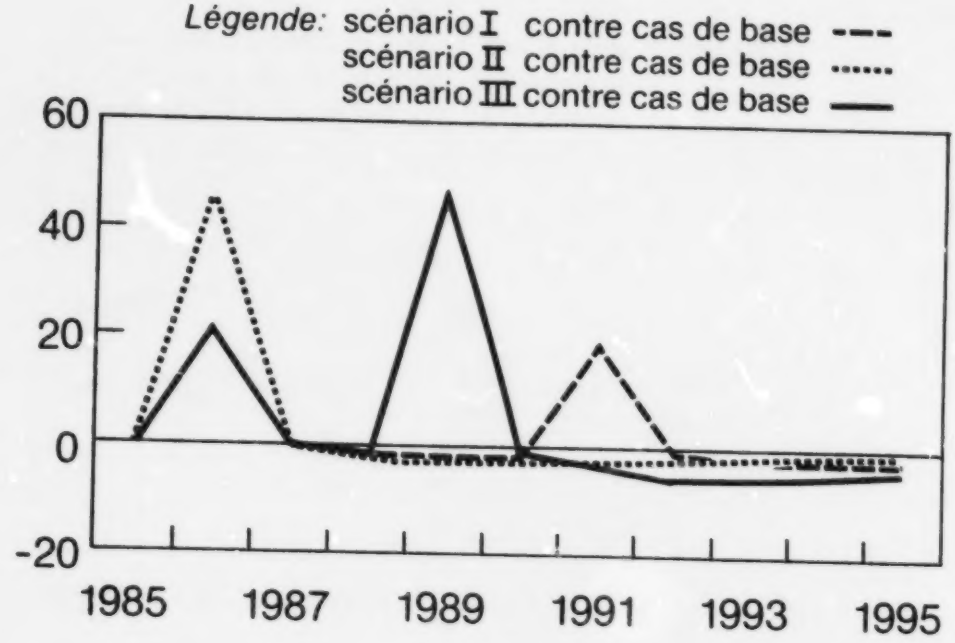
Indice des prix à la consommation — Essence

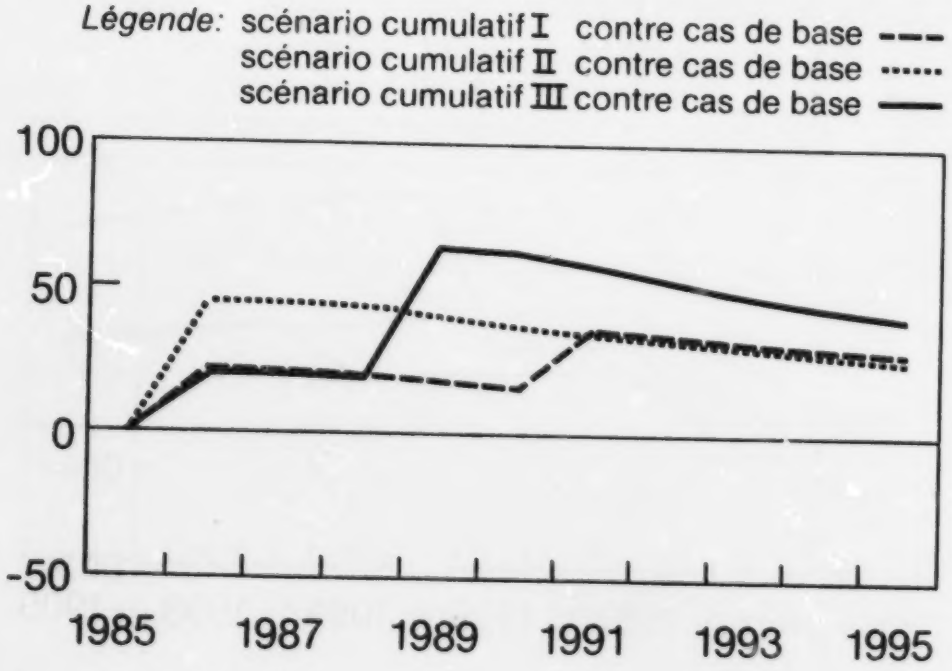
Légende: scénario cumulatif I contre cas de base ---
scénario cumulatif II contre cas de base .....
scénario cumulatif III contre cas de base ——



Source: Data Resources Inc.

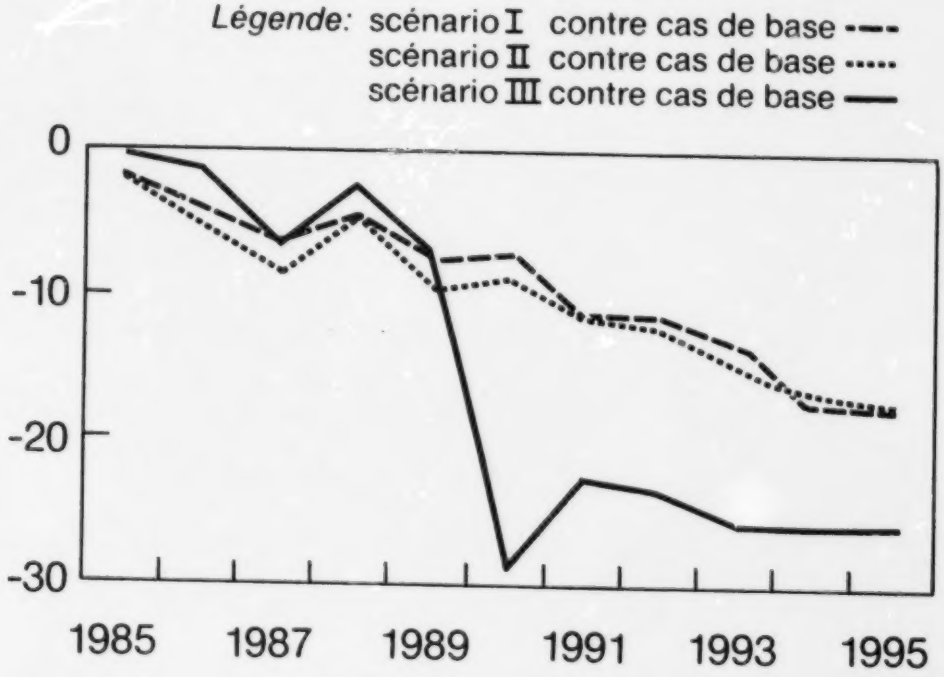
Figure 7: PDB réel — Construction (en millions de dollars de 1971)

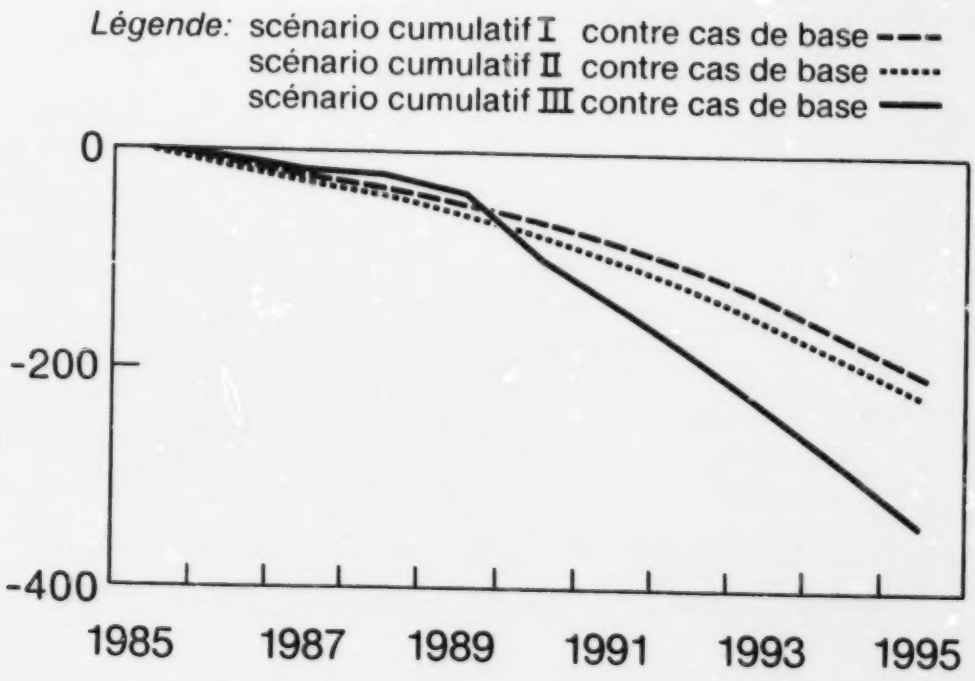




Source: Data Resources Inc.

Figure 8: PDB réel — Équipement de transport (en millions de dollars de 1971)

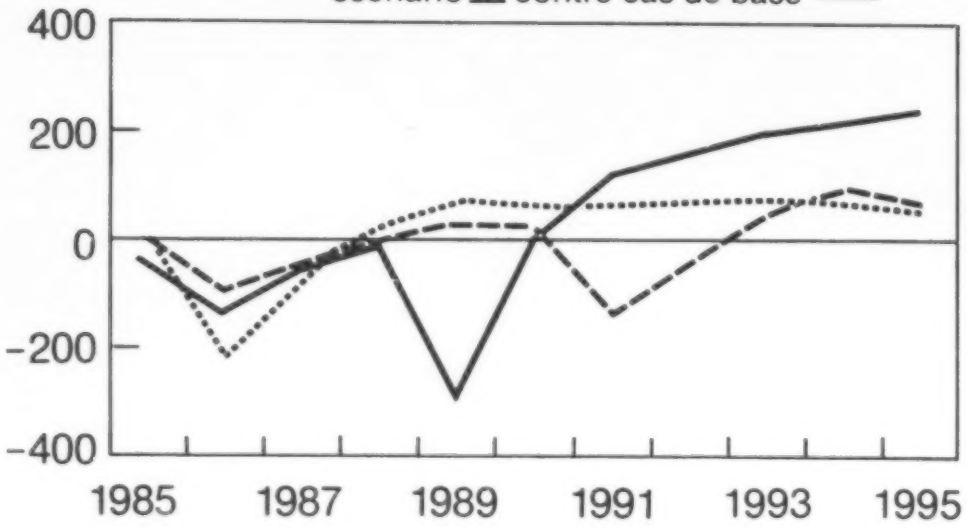




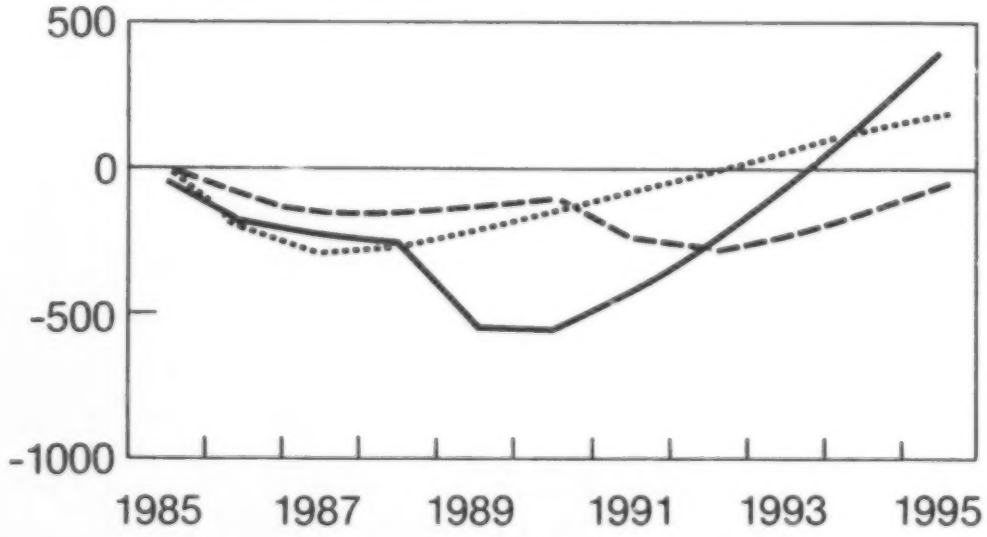
Source: Data Resources Inc.

Figure 9: Volume commercial des comptes courants (en millions de dollars courants)

Légende: scénario I contre cas de base ---
scénario II contre cas de base .....
scénario III contre cas de base ——

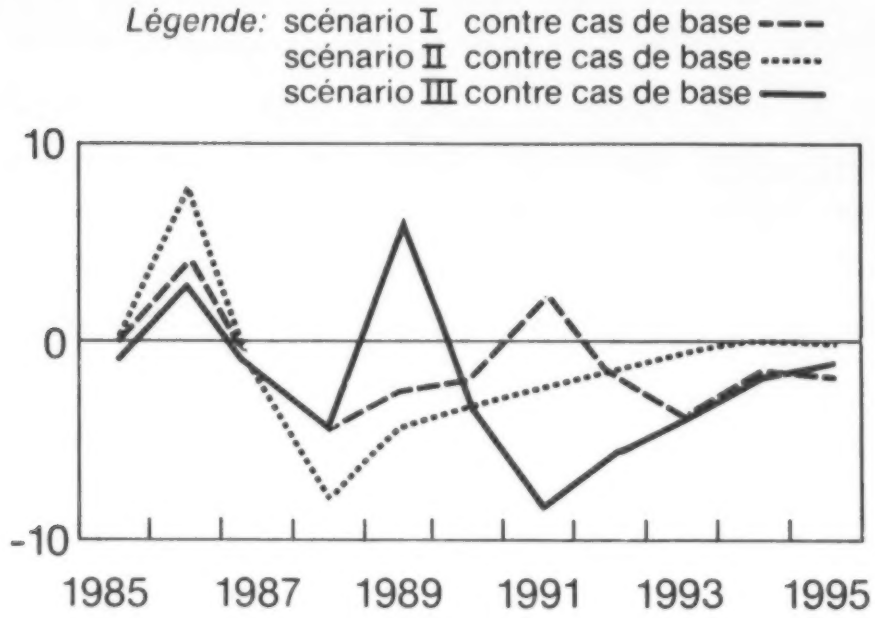


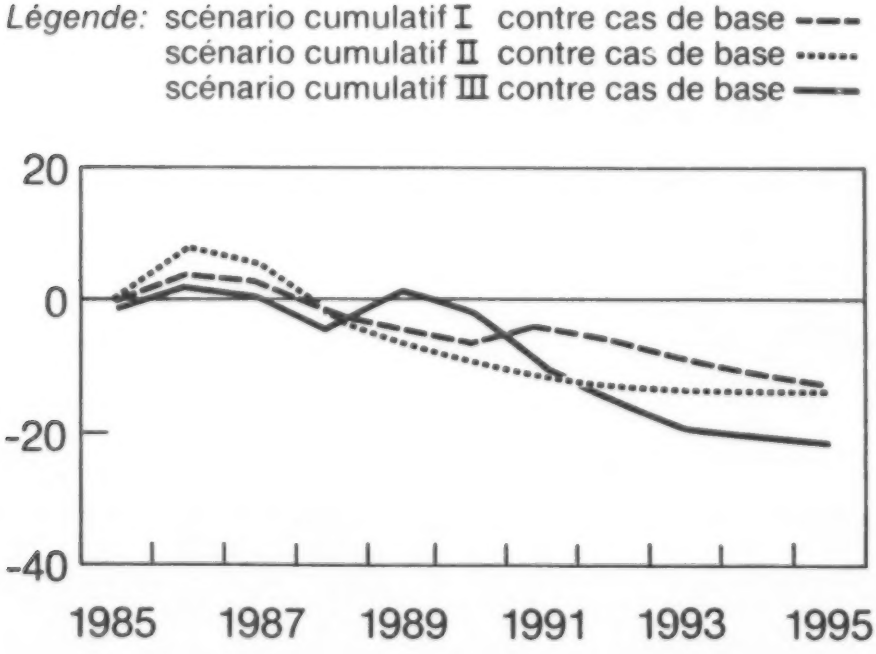
Légende: scénario cumulatif I contre cas de base ---
scénario cumulatif II contre cas de base .....
scénario cumulatif III contre cas de base ——



Source: Data Resources Inc.

Figure 10: Emplois (en milliers d'années-personnes)





Source: Data Resources Inc.

sommes incapables de chiffrer ces bénéfices. Pour le faire, il faudrait disposer de données plus consistantes sur les relations doses-réponses.

vi) Répercussions régionales. Du point de vue régional, les répercussions seront probablement réparties de façon inégale. Quel que soit le scénario choisi, les répercussions seront probablement négatives en Ontario.

Les répercussions directes proviendront de la fermeture partielle ou complète des usines de préparation d'additifs au plomb (toutes deux en Ontario). La construction de raffineries (qui seront probablement surtout des unités coûteuses d'isomérisation) aura aussi des répercussions directes. La DRI prévoit la construction d'encore trois à cinq de ces usines. Il se peut qu'une partie du raffinage passe de l'Ontario et de la Colombie-Britannique à l'Alberta et au Québec; nous avons cependant des évaluations de répercussions au cas où ce déplacement n'aurait pas lieu. Dans les deux cas, en tenant compte de tous les scénarios, l'Ontario subit une perte nette d'emplois et une baisse du produit provincial réel. Les gains de l'Alberta et du Québec sont importants si le déplacement se produit.

Les problèmes de l'Ontario viennent en grande partie des pertes encourues dans le secteur manufacturier qui est concentré dans cette province. Il y a un effet négatif sur les ventes d'automobiles et sur la mise en chantier de logements.

D'un autre côté, l'Ontario, le Québec et les Maritimes tireront probablement davantage profit de la réduction des émissions de plomb par les automobiles que l'ouest du Canada. Le tableau VI montre les ventes d'essence prévues à l'échelle du Canada pour le reste du siècle.

Les chiffres indiquent que les ventes d'essence sans plomb augmenteront plus rapidement dans l'est que dans les provinces des Pariries, où il y a plus

TABLEAU VI

Prévisions de ventes d'essence, par région,
d'après les règlements de 1987
(en milliers de barils par jour)

	Prairies		Ontario, Québec et provinces de l'Atlantique	
Année	Ventes totales	Essence sans plomb (%)	Ventes totales	Essence sans plomb (%)
1985	121,3	33	331,6	55
1990	115,7	62	322,4	77
1995	121,8	75	332,0	87
2000	126,6	79	346,0	92

Source: Data Resources Inc.

de vieux véhicules et d'équipement agricole. Il semble que les améliorations apportées à la qualité du milieu par la limitation du plomb se feront plus probablement sentir dans l'Est, où l'exposition au plomb est également la plus forte.

CONSÉQUENCES POUR UNE POLITIQUE

Dans quelle direction doit se diriger une politique publique recommandé par la présente étude? Il est clair que la question fondamentale peut se formuler ainsi: les données concernant les effets sur la santé justifient-elles des mesures plus poussées que les règlements de 1987?

Au moment de répondre à cette question, la Commission doit clarifier sa propre philosophie. Elle est très simple: les composés du plomb sont des toxines dangereuses. et, partant, leur émission dans l'environnement par les automobiles doit être restreinte. Le fait qu'on ne puisse pas prouver qu'elles sont délétères ne prouve pas qu'elles soient sécuritaires. Notre stratégie doit être de minimiser les danger pour la santé.

D'un autre côté, le plomb est aussi un matériau inestimable. Sa grande dissémination vient de son utilité. Dans le présent contexte, les additifs au plomb ont, pendant 60 ans, augmenté l'efficacité de l'essence et nous ont fait économiser beaucoup d'énergie. Un nombre important de travailleurs gagnent leur vie en travaillant le plomb, et de gros investissements en capitaux rendent leurs travaux productifs. L'abandon d'une technologie utile n'est pas une question à prendre à la légère. Les substituts peuvent être moins efficaces et coûter davantage; ils peuvent aussi avoir leurs propres inconvénients pour le milieu.

Comme la Commission l'a montré, les émissions atmosphériques de plomb ont, en fait, diminué rapidement au cours de la dernière décennie. Au Canada et aux Etats-Unis, la contribution la plus importante à cette diminution a été le remplacement de l'essence au plomb par de l'essence sans plomb; toutefois, toutes les autres sources d'émissions ont aussi diminué. Dans le même intervalle, des données montrent que les concentrations sanguines en plomb ont baissé rapidement aux Etats-Unis et, probablement, aussi au Canada. Les choses sont donc déjà en train de s'améliorer.

Les données relatives aux effets sur la santé examinées jusqu'ici ont montré qu'il n'était pas absolument sûr que des concentrations sanguines en plomb inférieures à 25 ug/dl eussent des effets délétères observables sur quelque sujet que ce soit. La plupart des Canadiens, même ceux des points chauds localisés, ont des concentrations sanguines bien inférieures à cette valeur. Cependant, il semble qu'une faible portion des enfants aient encore des concentrations sanguines supérieures à 20 ug/dl. La Commission estime qu'il serait prudent de prendre les mesures nécessaires pour qu'aucun enfant ait une concentration sanguine supérieure à 20 ug/dl.

Bien qu'il n'y ait aucune certitude que notre population soit en danger (à part les employés de l'industrie du plomb et quelques enfants vivants dans les points chauds), il existe des raisons de s'inquiéter et, par conséquent, de prendre des précautions; de plus le nombre de ces raisons va croissant. Il s'agit, entre autres, de données évidentes montrant des altérations biochimiques et cellulaires, certaines causées par des concentrations en plomb à la limite de détection (environ 5 ug/dl). Sont inclus les effets sur le système hématopoïétique. La Commission reconnaît que les effets de faibles teneurs en plomb sur le fonctionnement du système hématopoïétique justifient

les mesures susceptibles de maintenir les concentrations sanguines en plomb de la population plus basses que celles de 1985.

Très récemment, il est devenu évident que chez certains groupes de la société américaine, il y avait une relation entre une tension artérielle élevée et des concentrations sanguines élevées en plomb; de plus, la relation entre ces deux variables est valable jusqu'à des concentrations en plomb très faibles. Si elle est démontrée dans la société canadienne, cette relation s'ajoutera au dossier demandant une diminution des concentrations sanguines en deçà des valeurs de 1985.

La Commission conclut que la réduction de la teneur admissible en plomb dans l'essence au plomb de la valeur actuelle de 0,44 g/l à 0,29 g/l à compter du 1er janvier 1987 aura des effets bénéfiques, car elle diminuera encore la concentration sanguine en plomb de la population canadienne. Cette réduction doit se réaliser.

Le règlement parallèle concernant l'émission de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote par les véhicules à essence aura aussi un effet bénéfique. Comme tous les nouveaux véhicules légers vendus après le 1er septembre 1987 devront fonctionner à l'essence sans plomb, ce second règlement aura pour effet d'ici 1997 de transformer presque tous les véhicules automobiles en circulation en véhicules fonctionnant à l'essence sans plomb, surtout dans l'est du Canada. Ce règlement permettra aussi d'abaisser les concentrations sanguines en plomb de la population canadienne. L'utilisation de carburant au plomb sera toujours permise pour les véhicules lourds, les bateaux, les avions et les machines agricoles.

La Commission avertit cependant les intéressés que si la fréquence actuelle d'utilisation de carburant impropre (évaluée à 13 p.100 des ventes à

l'échelle nationale) se poursuit ou empire, le succès de la seconde série de règlements de 1987 sera sérieusement compromis. Elle presse le gouvernement du Canada de mettre fin à cette situation, soit en appliquant le règlement aux postes d'essence, soit en fixant un même prix pour l'essence au plomb et l'essence sans plomb. Elle préfère la première méthode et réalise que la juridiction provinciale est concernée dans les deux cas.

Selon la Commission, les réductions des concentrations sanguines permises par les règlements de 1987 seront suffisantes pour protéger presque toute la population canadienne contre les effets délétères connus de l'exposition au plomb. Il peut y avoir des exceptions dans certains points chauds urbains et parmi les travailleurs exposés dans l'industrie (nous n'avons pas considéré ce dernier problème).

Toutefois, la Commission ne peut pas éliminer la possibilité que la recherche présentement en cours trouve des effets délétères à des concentrations sanguines inférieures à 25 ug/dl. Parmi les nombreux domaines pouvant être touchés citons, par exemple, le développement neurologique des enfants et le système hématopoïétique. Si la relation tension artérielle-concentration sanguine en plomb est démontrée avec certitude chez la population canadienne, on devra y prêter sérieusement attention.

Si le gouvernement du Canada cherchait à protéger encore davantage la population contre ces dangers, qui sont encore plus ou moins hypothétiques, il pourrait s'aligner sur la norme de l'EPA et réduire la teneur en plomb de l'essence au plomb 0,026 g/l à compter du 1er janvier 1990. Nous considérons que cela est réalisable, mais il faudrait une décision immédiate car, il faudrait modifier la répartition des capitaux déjà investis pour satisfaire aux

règlements moins stricts de 1987. Le coût additionnel de cette mesure pour le consommateur s'élèverait à 1 cent de plus que le coût prévu pour se plier aux règlements de 1987.

Les évaluations que nous avons fournies semblent indiquer que les coûts d'application des règlements de 1987 sont raisonnables et que l'économie sera assez peu perturbée par l'un ou l'autre des scénarios. Toutefois, il y aura des disparités régionales, et l'Ontario sera le principal perdant, alors que l'Alberta et le Québec seront probablement gagnants. Selon la façon de répartir les frais, les coûts au consommateur seront de l'ordre de 1 cent à 1,6 cent le litre en dollars de 1983.

Par contre, le coût de l'adoption d'une réduction directe à 0,026 g/l serait également minime par rapport au PNB. Les dépenses additionnelles en capitaux (à être faites avant 1990) sont estimées a un maximum de 800 millions de dollars de 1983, plus 445 millions de dollars de frais d'exploitation annuels, dans les deux cas en plus des coûts prévus pour 1985. Ceci se traduirait par une hausse additionnelle probable du coût de l'essence aux environs de 2 cents le litre pour le consommateur.

La Commission croit que pour l'instant, le Canada ne devrait écarter aucune source possible d'octane pour l'essence. Le MMT, surtout, jouera probablement un rôle important pour atteindre l'indice d'octane cible. Dans un rapport supplémentaire présenté aussi tôt possible, la commission étudiera les répercussions des différents additifs.

Tout développement futur dans la technologie et la construction de moteurs pour véhicules peut avoir des conséquences importantes pour les essences et les additifs. La Commission aura pour priorité l'étude des possibilités et les conséquences de ces développement sur la santé. La Commission continuera ses enquêtes avec ou sans la coopération de l'industrie de l'automobile.

ANNEXE I

Concentrations sanguines en plomb (µg/dl) enregistrées au Canada

Endroit	Année	Groupe d'âge	Sujets masculins Moyenne	%>20	%>25	%>40	Sujets féminins Moyenne	%>20	%>25	%>40	Les deux sexes Moyenne	%>20	%>25	%>30	%>40
Montréal (P.Q.)	1973	0-2				8,1				7,8					8,0
		2-4				8,7				6,8					7,9
		4-6				3,4				0,0					2,1
Halifax (N.É.)	1973	Enfants													1,1
Toronto (Ont.)	1973	0-15 échantillon 1													
		0-15 " 2										27,0			20,1
		0-15 " 3										28,0			13,0
		Adultes " 4								0,5		19,0			1,0
Trail (C.B.)	1975	1-3									22,0	56,2		18,6	4,1
		1re année scol.									22,0	58,4		15,1	0,9
		9e année scol.									11,0	4,3		1,4	1,4
		Fumeurs adultes					11.6								
		Non-fumeurs "					11.6								
Nelson (C.B.)	1975	1-3									14,0	7,3		0,0	0,0
		1re année scol.									11,0	10,4		2,1	0,0
		9e année scol.									10,0	1,0		0,0	0,0
		Fumeurs adultes	12,4				12,1								
		Non-fumeurs "	12,1				11,1								
Kamloops (C.B.)	1977	2-3									10,8	5,5			
		4-6									11,6	6,5			
		7-9									11,0	5,6			
		10-12									12,4	9,7			
	1977	Sang du cordon ombil									5,0				
	1978	Sang du cordon ombil									5,0				
	1979	Sang du cordon ombil									6,0				
	1980	Sang du cordon ombil									4,0				
	1981	Sang du cordon ombil									5,0				
	1982	Sang du cordon ombil									4,0				
	1983	Sang du cordon ombil									10,0				
Toronto: Voisinage d'une fonderie à Sth. River-dale	1982	< 6	14,3				13,6				14,0	13,3	3,0		
	1983	< 6	15,4				16,2				15,8	18,6	4,3		
	1984	< 6	15,0	14,8	5,3		15,8	21,5	6,6		15,5	18,5	6,0		
Québec: Évain	1984	Enfants									15,2				
Rouyn-Noranda	1984	Enfants									12,2				
Murdochville	1984	Enfants									17,2				
Rimouski	1984	Enfants									9,0				

ANNEXE II

FRAIS EN IMMOBILISATION ET D'OPERATIONS DE LA RAFFINERIE ATTRIBUES AU PRIX DE VENTE DE L'ESSENCE

	SCENARIO I	SCENARIO II
	(millions de dollars de 1987)	
Dépenses en immobilisation	283	590
Coûts annuels		
Frais en immobilisation	59	124
Matières premières et coûts d'opération	140	271
Coûts de raffinerie totaux	199	395
Allocation des coûts de raffinerie		
A l'essence à moteur	126	249
Aux autres produits pétroliers	73	146
Majoration aux prix coutant des marchandises vendues	cents par litre--1987	
Coûts direct de raffinerie	0,4	0,8
Prix au détail après taxes	0,5	1,0

	SCENARIO III
	(millions de dollars de 1990)
Dépenses en immobilisation	1070
Coûts annuels	
Frais en immobilisation	224
Matières premières et coûts d'opération	659
Coûts de raffinerie totaux	883
Allocation des coûts de raffinerie	
A l'essence à moteur	503
Aux autres produits pétroliers	380
Majoration aux prix coutant des marchandises vendues	cents par litre--1990
Coûts direct de raffinerie	1.7
Prix au détail après taxes	2,1

N.B.: L'amortissement est établie à 7 pourcent par année. Le rendement sur capital investi pour 1987 et 1990 est établi à 14 pourcent par année.

ANNEXE III

Brève biographie des commissaires, du personnel scientifique et des consultants

COMMISSAIRES

GORDON C. BUTLER a été directeur de la Division des sciences biologiques du Conseil national de recherches de 1972 à 1978 (où il agit maintenant comme consultant) et vice-président du Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement. Il est membre du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) et président de la Fondation internationale pour la science. Il est membre de la Société Royale du Canada.

WILLIAM H. GAUVIN est président de la William H. Gauvin Technologies Inc. et professeur auxilliaire en génie chimique à l'Université McGill. Il a été directeur de la recherche et du développement à la mine Noranda Ltée de 1970 à 1982. Il a siégé pendant deux mandats au Conseil des sciences et pendant plusieurs années à la direction de l'Université McGill (1972-1982); il est aussi un ancien président de l'Institut de chimie du Canada. Il est compagnon de l'Ordre du Canada et membre de la Société Royale du Canada.

F. KENNETH HARE est principal du Trinity College à l'Université de Toronto où il est professeur de géographie. En 1972-73, il était directeur-général de la Coordination de la recherche à Environnement Canada. A divers moments, il a été président d'enquêtes canadiennes sur le rejet des déchets nucléaires, les retombées acides et l'hiver nucléaire (surtout pour la Société Royale du Canada dont il est membre). Il est officier de l'Ordre du Canada et président élu de la Sigma Xi.

WILLIAM J. KEOUGH est consultant du Seneca College. Il a été vice-président et gérant général des raffineries de l'ingénierie chez Esso Petroleum Canada de 1973 à 1983; auparavant, il avait été gérant des approvisionnements pour l'hémisphère ouest de l'Exxon Corporation (New York). Il est membre de l'Association of Professional Engineers of Ontario et gouverneur et trésorier de l'Hôpital Hillcrest de Toronto. Il est un pilote actif.

LUCIANO C. NERI est professeur en épidémiologie et en médecine sociale à l'Université d'Ottawa; il est membre du Comité de révision no 3 du programme de recherche et de développement de la Santé nationale sur la toxicologie dans l'environnement. En 1975, il a procédé à un relevé des teneurs en plomb à Trail (C.-B.). Il a aussi travaillé dans le domaine de l'hygiène publique en Italie et au Venezuela. Il est membre du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada; il est aussi membre originaire de la Society for Environmental Geochemistry and Health.

H. ROCKE ROBERTSON a été principal et vice-chancelier de l'Université McGill (1962-1970) et chirurgien en chef de l'Hôpital général de Montréal (1959-1962). En 1974, il fut président du comité ontarien sur les effets sur la santé du plomb dans l'environnement (Committee on the Effect on Human Health of Lead from the Environment). Il est membre du Royal College of Surgeons d'Edimbourg, et du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada (dont il est archiviste honoraire). Il est compagnon de l'Ordre du Canada; il a aussi été membre du Conseil des sciences et du Conseil national de recherches.

PAMELA M. STOKES est directrice de l'Institut pour l'étude de l'environnement et professeur de botanique à l'Université de Toronto. Elle a travaillé sur de nombreux aspects de la biologie aquatique, principalement sur le cycle des métaux dans les écosystèmes. Récemment, elle a fait partie du comité mixte de la Société royale du Canada/Académie nationale des sciences sur les précipitations acides. Elle est membre du comité consultatif du Centre canadien de toxicologie, du comité consultatif des sciences de Pollution Probe et du comité du SCOPE sur le cycle des métaux dans la biosphère.

PERSONNEL SCIENTIFIQUE

MARCUS C.B. HOTZ est délégué du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada à la Commission. Il fut autrefois directeur des programmes intégrés d'Environnement Canada et, de 1977 à 1980, chef du développement des programmes de la Division des affaires scientifiques et de l'environnement de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord. Il fut membre du comité sur l'énergie et l'environnement du Programme environnemental des Nations Unies. Il est membre de l'Institut de chimie du Canada; il a exercé pendant deux mandats la fonction de directeur de l'Electrochemical Society.

CONSULTANTS

SERGIO FACHETTI est le chef de la division de radiochimie et de chimie nucléaire de la Commission des communautés européennes à Ispra (Italie); il y est le principal chercheur pour l'expérience sur les isotopes du plomb. Il est professeur à l'Université de Pavie et membre du comité de l'EPA américaine sur les critères de qualité de l'air relatifs au plomb (Committee on Air Quality Criteria for Lead). Il est détenteur de la médaille d'or de la Société de chimie d'Italie et a reçu le certificat de mérite de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

DAVID HEWITT est professeur au département de médecine préventive et de biostatistique à l'université de Toronto; depuis 1975, il agit comme coordonnateur des études de deuxième et de troisième cycles en hygiène communautaire. Ses recherches ont porté, entre autres, sur les dangers de la pollution atmosphérique pour la santé, la radiographie en obstétrique, l'extraction de l'uranium et la constitution des lipides. Il est membre fondateur de l'American College of Epidemiology.

JOHN F. JAWORSKI contribue présentement au Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada. Jusqu'à récemment, il était membre de la Division de biologie de ce même conseil; il y faisait des recherches sur la toxicologie des métaux lourds. Il a participé aux activités du Secrétariat à l'environnement du CNRC et il fut l'auteur du rapport de 1978 sur le plomb dans l'environnement. Il a aussi occupé un poste sur le comité interministériel du gouvernement fédéral sur le plomb dans l'essence.

H. MITCHELL PERRY, JR. est professeur de médecine et directeur de la division l'hypertension au Washington University de St. Louis (Missouri). Il est présentement médecin-coordonnateur en ce qui a trait à l'hypertension pour la Veterans Administration des E.-U., membre du comité national mixte du NIH pour la détection, l'évaluation et le traitement de la tension artérielle et membre du comité coordonnateur du National Hypertension Program. Il est membre de l'American College of Physicians et de l'American College of Cardiology. Le docteur Perry a fait des recherches poussées sur les effets du plomb et du cadmium sur la tension artérielle.

PETER L. ROSENBAUM est professeur à la Faculté des sciences de la santé à l'Université McMaster. Ses intérêts en clinique, en recherche et en enseignement sont du domaine de la pédiatrie du développement; il s'intéresse surtout aux enfants ayant des troubles neuromoteurs et à leurs familles. Avant d'être nommé à McMaster, le docteur Rosenbaum pratiquait sa profession à l'Hospital for Sick Children de Toronto et à l'Institute of Child Health de Londres. Il est membre du Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada.